CONFERENZA DELLE REGIONI E DELLE PROVINCE AUTONOME
10/011/CR10c/C7

GUIDA OPERATIVA PER LA SICUREZZA DEGLI IMPIANTI

IMPIANTI ELETTRICI
N. 1 - NORME GENERALI

Roma, 27 gennaio 2010

Il documento è stato redatto da**:** ITACA - Istituto per l'Innovazione e Trasparenza degli Appalti e la Compatibilità Ambientale
Gruppo di Lavoro “Sicurezza Appalti”
Coordinatore: Ing. Marco Masi - Regione Toscana

INDICE

1. LE LEGGI E LE NORME PREPOSTE PER LA SICUREZZA 4
1.1 Generalità 4
1.2 Norme giuridiche 4
1.3 Norme tecniche 4
1.4 Disposizioni legislative nel settore elettrico 5
1.5 La normativa tecnica 7
1.6 Marcatura CE e marchi di conformità 8

2. IL DECRETO MINISTERIALE N. 37/2008 10

3. LE SANZIONI PREVISTE DAL DM N. 37/2008 15

4. CLASSIFICAZIONE DEI SISTEMI ELETTRICI 17

5. RISCHIO ELETTRICO 20
5.1 Generalità 20
5.2 La valutazione del rischio elettrico richiesta dal D.Lgs n. 81/2008 21
5.3 La pericolosità della corrente elettrica 21
5.4 Rischio elettrico 24
5.5 Misure protettive e preventive 27

6. PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI ACCIDENTALI 29
6.1 Generalità 29
6.2 Contatti diretti e indiretti 29
6.3 Messa a terra 31
6.4 La protezione differenziale 32
6.5 Protezione passiva 34
6.6 Protezione contro i contatti diretti 34

7. PROGETTAZIONE DEGLI IMPIANTI ELETTRICI DI BASSA TENSIONE 39
7.1 Generalità 39
7.2 Livelli di progetto 40
7.3 Documentazione di progetto 41
7.4 Elaborati grafici 45

8. REALIZZAZIONE ED INSTALLAZIONE DEGLI IMPIANTI 50
8.1 Il committente o il proprietario dell’impianto 50
8.2 Esecuzione degli impianti 50
8.3 Imprese abilitate 51
8.4 Dichiarazione di conformità 52
8.5 Dichiarazione di rispondenza 54

9. LE VERIFICHE 60
9.1 Tipologie ed enti preposti 60

1. LE LEGGI E LE NORME PREPOSTE PER LA SICUREZZA

1.1 Generalità

In qualsiasi ambito tecnico ed in particolare nel settore elettrico si impone, per realizzare impianti “a regola d’arte”, il rispetto delle normative di sicurezza che sono articolate in due tipologie di riferimento: le norme giuridiche e le norme tecniche.
La conoscenza delle norme e la distinzione tra norma giuridica e norma tecnica è pertanto il presupposto fondamentale per un approccio corretto alle problematiche degli impianti elettrici che devono essere realizzati conseguendo quel “livello di sicurezza accettabile” che non è mai assoluto, ma è, al progredire della tecnologia, determinato e regolato dal legislatore e dal normatore.

1.2 Norme giuridiche

Le norme giuridiche sono tutte le norme dalle quali scaturiscono le regole di comportamento dei soggetti. Sono di norma obbligatorie e sono emesse dagli Organi legislativi nazionali ed europei.
In relazione all'organo che le emette si dividono in:

- *Nazionali, Regionali, ecc.,* rientrano in questa categoria Leggi, DPR, Decreti legislativi, Ordinanze;
- *Extranazionali o Comunitarie***,** rientrano in questa categoria Risoluzioni, Direttive, Raccomandazioni.

1.3 Norme tecniche

In settori particolari, quale ad esempio la sicurezza, caratterizzati da complessità tecnica e dalla necessità di continuo aggiornamento, le norme giuridiche non entrano nel merito di requisiti tecnici di dettaglio, ma rinviano per questi alle norme tecniche.
La norma tecnica è definita a livello europeo (norma UNI CEI EN 45020) come il *“documento, prodotto mediante consenso e approvato da un organismo riconosciuto, che fornisce, per usi comuni e ripetuti, regole, linee guida o caratteristiche, relative a determinate attività o ai loro risultati, al fine di ottenere il miglior ordine in un determinato contesto".*
La norma tecnica corrisponde alla migliore tecnologia disponibile e rappresenta la codificazione dei corrispondenti standard tecnici.
I campi di normazione sono i più disparati, in quanto spaziano dai materiali ai prodotti, dalle macchine ai metodi generali.

Le norme tecniche non sono per loro natura obbligatorie: diventano obbligatorie nel momento in cui una legge o un'altra norma legislativa fa espresso riferimento ad esse. La loro applicazione costituisce un metodo corretto per soddisfare norme di legge generiche, in quanto garantiscono un livello minimo di sicurezza per realizzare un impianto “a regola d’arte”.
Alla emanazione delle norme tecniche sono preposti appositi Enti di normazione. Questi, per garantire la massima trasparenza e imparzialità, vedono la partecipazione di tutte le parti sociali interessate, quali i produttori, i consumatori, le autorità competenti.
In base all'ambito territoriale in cui operano, gli enti di normazione vengono distinti in internazionali, europei e nazionali; essi, per ragioni storiche, sono presenti con due organizzazioni diverse: una per il settore elettrico e una per tutti gli altri settori, figura 1.1.

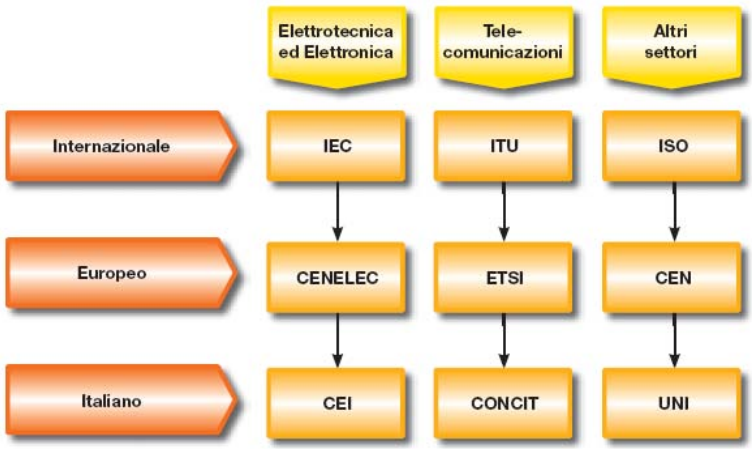


Figura 1.1 - Enti normativi nazionali ed internazionali

1.4 Disposizioni legislative nel settore elettrico

I principali provvedimenti legislativi che riguardano la sicurezza per la prevenzione infortuni, inerenti il settore elettrico, sono:

- Legge n. 1341 del 13/12/1964
  “Linee elettriche aeree Esterne”
- Legge n. 186 del 01/03/1968
  “Disposizioni concernenti materiali e impianti elettrici”
- Legge n. 791 del 18/10/1977
  “Attuazione della direttiva del Consiglio delle Comunità Europee (n. 72/23/CEE) relativa alle garanzie di sicurezza che deve possedere il materiale elettrico destinato ad essere utilizzato entro alcuni limiti di tensione”

- DM del 15/12/1978
  “Designazione del Comitato Elettrotecnico Italiano di Normalizzazione Elettrotecnica ed Elettronica”
- DM del 5/10/1984
  “Attuazione della direttiva (CEE) n. 47 del 16/1/1984 che adegua al progresso tecnico la precedente direttiva (CEE) n. 196 del 6/2/1979 concernente il materiale elettrico destinato ad essere impiegato in atmosfera esplosiva già recepito con il Decreto del Presidente della Repubblica 21/7/1982 n. 675”
- Legge n. 818 del 7/12/1984
  “Nulla osta provvisorio per le attività soggette ai controlli di prevenzione incendi, modifica agli Articoli 2 e 3 della Legge 4/3/1982 n. 66 e norme integrative all’ordinamento del corpo Nazionale dei Vigili del Fuoco”
- DM dell’8/3/1985
  “Direttive sulle misure più urgenti ed essenziali di prevenzione incendio ai fini del rilascio del Nulla osta provvisorio di cui alla Legge 7/12/1984 n. 818”
- DM del 27/3/1985
  “Modificazioni al decreto Ministeriale 16/2/1982, contenente l’elenco dei depositi e industrie pericolosi, soggetti alle visite e controlli di prevenzione incendi”
- Legge n. 46 del 5/3/1990
  “Norme per la sicurezza degli impianti”
- Direttiva 06/95/CEE del 12-12-2006
  “Riguardante la marcatura CE del materiale elettrico”
- DPR 392 del 18-4-94
  “Emendamenti alla legge 46/90 e al DPR 447”
- DPR n. 459 24/07/1996
  “Regolamento per l’attuazione delle direttive 89/392/CEE, 91/368/CEE, 93/44/CEE e 93/68/CEE concernenti di riavvicinamento delle legislazioni degli Stati membri relativi alle macchine”
- D.Lgs. n. 615 12/11/1996
  “Attuazione della direttiva 89/336/CEE del Consiglio del 3 maggio 1989 in materia di riavvicinamento delle legislazioni degli Stati membri relative alla compatibilità elettromagnetica, modificata e integrata dalle direttive 92/ 31/ CEE, 93/ 68/ CEE, 93/ 97/ CEE”

- D.Lgs. n. 626 25/11/1996
  “Attuazione della direttiva 93/68/CEE (che notifica la direttiva 73/23/CEE) in materia di marcatura CE del materiale elettrico destinato all’essere utilizzato entro taluni limiti di tensione”
- D.Lgs. n. 277 del 31/07/1997
  “Modificazioni del decreto legislativo 25 novembre 1996, n. 626 recante attuazione della direttiva 93/68/CEE in materia di marcatura CE del materiale elettrico destinato ad essere utilizzato entro taluni limiti di tensione”
- DPR n. 126 del 23/03/1998
  “Regolamento recante norme per l’attuazione della direttiva 94/9/CE in materia di apparecchi e sistemi di protezione destinati ad essere utilizzati in atmosfera esplosiva”
- DM del 5/05/1998
  “Aggiornamento delle norme tecniche per la progettazione, esecuzione ed esercizio delle linee elettriche aeree esterne”
- D.Lgs. n. 79 del 16/03/1999
  “Attuazione della direttiva 96/92/CE recante norme comuni per il mercato interno dell’energia elettrica”
- Legge n. 36 del 22/02/2001
  “Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici”
- DPR n. 462 del 22/10/2001
  “Regolamento di semplificazione del procedimento per la denuncia di installazioni e dispositivi di protezione contro le scariche atmosferiche, di dispositivi di messa a terra di impianti elettrici e di impianti elettrici pericolosi”
- DM n. 37 del 22/01/2008
  “Regolamento concernente l’attuazione dell’art. 11 – quaterdecies, comma 13, lettera a) della legge n. 248 del 2 dicembre 2005, recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all’interno degli edifici”
- D.Lgs. n. 81 del 9/04/2008 e smi
  “Testo unico sulla sicurezza”

1.5 La normativa tecnica

L’Ente normatore nazionale per il settore elettrico ed elettronico è il CEI (Comitato Elettrotecnico Italiano). Esso ha lo scopo di stabilire:

- i requisiti che devono avere i materiali, le macchine, le apparecchiature e gli impianti elettrici affinché corrispondano alla regola di buona elettrotecnica;
- il livello minimo di sicurezza per impianti e apparecchi per la loro conformità giuridica alla regola d'arte;
- i criteri con i quali detti requisiti debbono essere provati e controllati.

1.6 Marcatura CE e marchi di conformità

Il Decreto Legislativo 25 novembre 1996, n. 626 relativo all'attuazione della direttiva 93/68/CEE ha introdotto anche in Italia l'obbligo della marcatura CE del materiale elettrico destinato a essere utilizzato entro taluni limiti di tensione, generando talvolta confusione tra marcatura e marchiatura.
La marcatura CE è applicata dallo stesso costruttore (importatore o mandatario) che ha costruito e/o messo in commercio il materiale in Europa. L'apposizione della marcatura CE si effettua in alternativa, sul prodotto, sull'imballo, sulle avvertenze d'uso, sulla garanzia ecc. e deve essere visibile, leggibile e indelebile, figura 1.2.
La marcatura CE è obbligatoria e indica espressamente la rispondenza di quel prodotto ai requisiti essenziali di tutte le direttive europee che lo riguardano e che costituiscono l'unico vincolo tecnico obbligatorio. È lo stesso costruttore che stabilisce per il suo materiale l'applicabilità dell'una e/o dell'altra direttiva.
La marchiatura invece, può essere richiesta dal costruttore, per alcuni prodotti di grande serie, a specifici enti (in Italia all'Istituto per il Marchio di Qualità IMQ).
Il marchio IMQ è previsto per materiale elettrico destinato ad utenti non addestrati e, per fornire ad essi la massima garanzia, viene concesso a determinate condizioni, vedi figura 1.3; in particolare:

- riconoscimento dei sistemi di controllo e di qualità del costruttore;
- approvazione del prototipo con prove di tipo;
- controllo della rispondenza della produzione al prototipo, su campioni prelevati dal mercato.

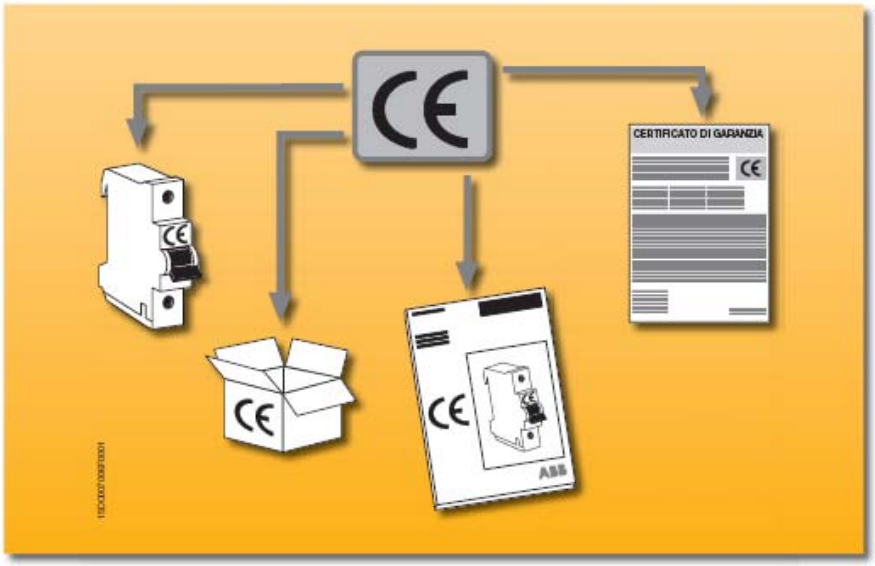


Figura 1.2 – Modalità di collocazione della marcatura CE

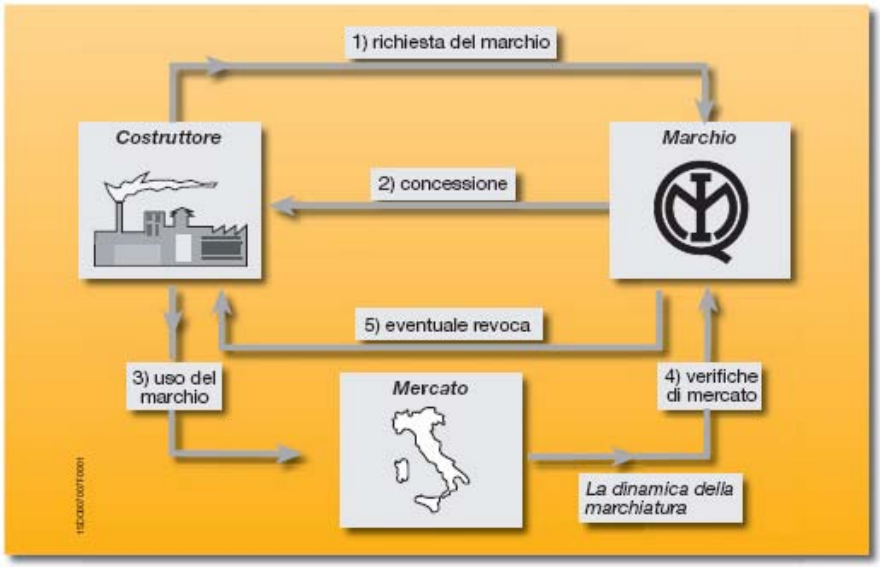


Figura 1.3 – Iter per la concessione del marchio di qualità

L'aver sostenuto una serie di prove secondo la normativa europea presso un laboratorio riconosciuto per ottenere il marchio di qualità, abilita alla concessione del marchio presso un altro paese CEE senza la necessità di prove supplementari. Il Marchio di qualità coesiste con la marcatura CE e nel caso quest'ultima preveda l'avvallo di enti terzi, l'istituto del Marchio può rivestire tale funzione.
Il marchio attesta la conformità alle norme tecniche e si rivolge al mercato, mentre la marcatura CE attesta la conformità ai requisiti essenziali delle direttive europee e si rivolge prevalentemente all'autorità di controllo e/o giudiziaria.

2. IL DECRETO MINISTERIALE N. 37/2008

Il Decreto Ministeriale 22 gennaio 2008, n. 37: *"Regolamento concernente l'attuazione dell'art. 11 – quaterdecies, comma 13, lettera a) della legge n. 248 del 2 dicembre 2005, recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici"* è stato pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale n. 61 del 12/03/2008.
Quindi, a decorrere dal 27 marzo 2008 risulta abrogata la precedente legislazione in materia di sicurezza degli impianti, ossia la seguente normativa:

- Legge n. 46/1990, tranne l'art. 8 (finanziamento delle attività di normazione tecnica), l'art. 14 (verifiche) e l'art. 16 (sanzioni);
- Regolamento DPR n. 447/1991 di attuazione della legge n. 46/1990;
- Capo V articoli da 107 a 121 del DPR n. 380/2001 (Testo Unico dell'Edilizia), la cui entrata in vigore, peraltro, era stata varie volte rinviata.

Il nuovo decreto raccoglie in un unico testo le numerose disposizioni di legge e regolamenti circa l'installazione degli impianti all'interno degli edifici ed introduce alcune novità e precisazioni resesi necessarie durante gli anni di applicazione della legge n. 46/1990.
Rimangono confermati i principi base previsti dalla legge n. 46/1990 per garantire la sicurezza degli impianti e precisamente:

- affidamento dei lavori di installazione, di trasformazione, di ampliamento e di manutenzione straordinaria degli impianti unicamente ad *imprese abilitate*, iscritte alla Camera di Commercio, Industria, Artigiano e Agricoltura (nel seguito Camera di Commercio);
- realizzazione degli impianti secondo la *regola dell'arte*: si considerano eseguiti secondo la regola dell'arte gli impianti realizzati in conformità alla vigente normativa e alle norme dell'UNI e del CEI;
- rilascio al committente della *dichiarazione di conformità* degli impianti realizzati da parte dell'impresa installatrice.

Il decreto si applica agli impianti posti al servizio degli edifici, indipendentemente dalla destinazione d'uso, collocati all'interno degli stessi o delle relative pertinenze. Se l'impianto è connesso a reti di distribuzione, si applica a partire dal punto di consegna della fornitura.
Le principali modifiche introdotte dal nuovo decreto riguardano:

- *ampliamento dell'ambito di applicazione,* viene eliminata la distinzione tra impianti adibiti ad edifici ad uso civile ed impianti relativi ad edifici per attività produttive, commercio, terziario.

Di conseguenza, tutti gli impianti posti al servizio degli edifici, collocati all'interno degli stessi o delle relative pertinenze, indipendentemente dalla destinazione d'uso, rientrano nel campo di applicazione del nuovo decreto. Per impianti connessi a reti di distribuzione la norma si applica a partire dal punto di consegna.
Le tipologie di impianto rimangono pressoché le stesse, salvo che:

- gli impianti di protezione contro le scariche atmosferiche passano dalla lettera b) alla lettera a);
- viene specificato che tra gli impianti elettrici rientrano anche gli impianti di autoproduzione di energia fino a 20 kW nominale e quelli per l'automazione di porte, cancelli e barriere.
  La classificazione degli impianti che ricadono nell'ambito di applicazione del DM n. 37/2008 è riportata nella tabella 2.1.

Tabella 2.1 – Classificazione degli impianti

AMBITO DI APPLICAZIONE	
a)	impianti di produzione, trasformazione, trasporto, distribuzione, utilizzazione dell'energia elettrica, impianti di protezione contro le scariche atmosferiche, nonché gli impianti per l'automazione di porte, cancelli e barriere;
b)	impianti radiotelevisivi, antenne e impianti elettronici in genere;
c)	impianti di riscaldamento, di climatizzazione, di condizionamento e di refrigerazione di qualsiasi natura o specie, comprese le opere di evacuazione dei prodotti della combustione e delle condense e di ventilazione ed aerazione dei locali;
d)	impianti idrici e sanitari di qualsiasi natura o specie;
e)	impianti per la distribuzione e l'utilizzazione di gas di qualsiasi tipo, comprese le opere di evacuazione dei prodotti della combustione e ventilazione ed aerazione dei locali;
f)	impianti di sollevamento di persone o di cose per mezzo di ascensori, di montacarichi, di scale mobili e simili;
g)	impianti di protezione antincendio.
Nota: Per gli impianti elettrici, idrici e del gas connessi a reti di distribuzione, l'applicazione del Decreto inizia dal punto di consegna della fornitura.	

- *requisiti tecnico-professionali,* vengono modificati i periodi di inserimento per le persone in possesso di diploma e di attestato di formazione professionale e precisamente:
  - in caso di possesso di diploma o qualifica conseguita al termine di scuola secondaria con specializzazione presso un istituto statale o legalmente riconosciuto, il periodo di inserimento deve essere di due anni e non più uno;

- in caso di possesso di titolo o attestato conseguito ai sensi della legislazione vigente in materia di formazione professionale, il periodo di inserimento deve essere di almeno quattro anni (due per impianti idrici e sanitari) invece di due.

Non cambiano invece i requisiti per laureati e per dipendenti di azienda del settore.

- *progettazione,* ogni impianto deve essere progettato e il progetto deve essere redatto da un professionista iscritto negli albi professionali, oppure, per gli impianti esclusi dai limiti dell'art. 5 comma 2 anche dal responsabile tecnico dell'impresa installatrice.
  Sono comunque esclusi dagli obblighi della redazione del progetto la fornitura provvisoria di energia elettrica per gli impianti di cantiere e similari.
  La progettazione dell'impianto non è dovuta nemmeno per gli impianti di sollevamento persone o di cose per mezzo di ascensori, di montacarichi, di scale mobili e simili.
  Il progetto deve essere depositato presso lo sportello unico per l'edilizia del comune in cui si realizza l'impianto nel caso sia necessaria la pratica DIA.
  Gli impianti per i quali, in caso di installazione, trasformazione e ampliamento, è necessario il progetto redatto da un professionista sono elencati nella tabella 2.2.

Tabella 2.2 – Progettazione degli impianti

IMPIANTI CON OBBLIGO DI PROGETTO DI UN PROFESSIONISTA	
a)	impianti di cui all'art. 1, comma 2, lettera a), per tutte le utenze condominiali e per utenze domestiche di singole unità abitative aventi potenza impegnata superiore a 6 kW o per utenze domestiche di singole unità abitative di superficie superiore a 400 m^2;
b)	impianti elettrici realizzati con lampade fluorescenti a catodo freddo, collegati ad impianti elettrici, per i quali è obbligatorio il progetto e, in ogni caso, per impianti di potenza complessiva maggiore di 1200 VA resa dagli alimentatori;
c)	impianti di cui all'art. 1, comma 2, lettera a), relativi agli immobili adibiti ad attività produttive, al commercio, al terziario e ad altri usi, quando le utenze sono alimentate a tensione superiore a 1.000 V, inclusa la parte in bassa tensione, o quando le utenze sono alimentate in bassa tensione, con potenza impegnata superiore a 6 kW o qualora la superficie superi i 200 m^2;
d)	impianti elettrici relativi ad unità immobiliari provviste, anche solo parzialmente, di ambienti soggetti a normativa specifica del CEI, in caso di locali adibiti ad uso medico o per i quali sussista pericolo di esplosione o a maggior rischio di incendio, nonché per gli impianti di protezione da scariche atmosferiche in edifici di volume superiore a 200 m^3;
e)	impianti di cui all'art. 1, comma 2, lettera b), relativi agli impianti elettronici in genere, quando coesistono con impianti elettrici con obbligo di progettazione;
f)	impianti di cui all'art. 1, comma 2, lettera c), dotati di canne fumarie collettive ramificate, nonché impianti di climatizzazione per tutte le utilizzazioni, aventi una potenzialità frigorifera pari o superiore a 40.000 frigorie/ora;
g)	impianti di cui all'art. 1, comma 2, lettera e), relativi alla distribuzione e all'utilizzazione di gas combustibili con portata termica superiore a 50 kW o dotati di canne fumarie collettive ramificate, o impianti relativi a gas medicali per uso ospedaliero e simili, compreso lo stoccaggio;
h)	impianti di cui all'art. 1, comma 2, lettera g), se sono inseriti in un'attività soggetta al rilascio del certificato prevenzione incendi e, comunque, quando gli idranti sono in numero pari o superiore a 4 o gli apparecchi di rilevamento sono in numero pari o superiore a 10.

Per quanto riguarda l'installatore, facendo riferimento agli articoli 6, 7 e 8 del DM n. 37/2008 vi è l'obbligo al "rispetto della regola dell'arte" in ottemperanza ai seguenti importanti principi:

1) i requisiti per l'accesso alla professione di installatore;
2) l'obbligo per i committenti di rivolgersi ad imprese qualificate;
3) l'obbligo della dichiarazione di conformità dell'impianto alle Norme da parte dell'installatore;
4) la necessità della dichiarazione di conformità per ottenere da parte dei Comuni il certificato di agibilità dei locali;
5) l'obbligo di eseguire gli impianti a regola d'arte.

- *dichiarazione di conformità e rispondenza,* per tutti gli impianti soggetti al DM n. 37/2008 per gli interventi di nuova installazione, trasformazione ed ampliamento e per la straordinaria manutenzione è necessario il rilascio della dichiarazione di conformità (DICO) da parte dell'installatore.
  Per gli impianti precedenti all'entrata in vigore del decreto, nel caso in cui la dichiarazione di conformità non sia stata prodotta o non sia più reperibile, tale atto è sostituito da una dichiarazione di rispondenza (DIRI), resa da un professionista iscritto all'albo professionale per le specifiche competenze tecniche richieste, che abbia esercitato la professione per almeno cinque anni nel settore impiantistico a cui si riferisce la dichiarazione.
  Per gli impianti non ricadenti nel campo di applicazione dell'art. 5, comma 2, la dichiarazione di rispondenza può essere rilasciata da soggetto che ricopra, da almeno 5 anni, il ruolo di responsabile tecnico di un'impresa abilitata operante nel settore impiantistico a cui si riferisce la dichiarazione.

- *obblighi di committente/proprietario,* oltre all'obbligo di affidare i lavori di installazione ad impresa abilitata (già chiaramente evidenziato nella legge n. 46/1990), il committente entro 30 giorni dall'allacciamento di una nuova fornitura di gas, energia elettrica, acqua, negli edifici di qualsiasi destinazione d'uso, deve consegnare al distributore o al venditore copia della dichiarazione di conformità o di rispondenza dell'impianto. La medesima documentazione deve essere consegnata nel caso di richiesta di aumento di potenza contrattuale con interventi sull'impianto, oppure senza interventi sull'impianto elettrico ma con potenza contrattuale di 6 kW o superiore.
  Decorsi i 30 giorni senza che sia stata prodotta copia della dichiarazione di conformità, il fornitore o il distributore di gas, energia elettrica o acqua, previo congruo avviso, può sospendere la fornitura.
  Il proprietario dell'impianto deve adottare le misure necessarie per conservarne le caratteristiche di sicurezza previste dalla normativa vigente in materia, tenendo

conto delle istruzioni per l'uso e la manutenzione predisposte dall'impresa installatrice dell'impianto e dai fabbricanti delle apparecchiature installate.

- *sanzioni,* sono state introdotte sanzioni amministrative più elevate rispetto a quelle previste dalla legge n. 46/1990.

3. LE SANZIONI PREVISTE DAL DM N. 37/2008

Alle violazioni degli obblighi derivanti dal DM n. 37/2008 si applicano le sanzioni previste dall'art. 15, che riguardano:

1. le sanzioni amministrative;
2. la sospensione temporanea dell'attività;
3. i provvedimenti disciplinari.

Sanzioni amministrative

Le sanzioni amministrative vengono determinate nella misura variabile tra il minimo ed il massimo, con riferimento all'entità e complessità dell'impianto, al grado di pericolosità e alle altre circostanze obiettive e soggettive della violazione.
Alle violazioni previste dall'art. 7 del citato decreto si applicano le sanzioni amministrative da euro 100,00 a euro 1.000,00 nei seguenti casi:

- per il mancato rilascio della dichiarazione di conformità da parte dell'impresa installatrice o dal responsabile degli uffici tecnici interni delle imprese non installatrici;
- per il rilascio irregolare della dichiarazione di rispondenza da parte del professionista iscritto all'albo o dal responsabile tecnico dell'impresa abilitata.

Per tutte le altre violazioni previsti dal decreto si applicano le sanzioni amministrative da euro 1.000,00 a euro 10.000,00; ad esempio nel caso in cui il proprietario o il committente affida ad una impresa installatrice non abilitata i lavori diversi dalla manutenzione ordinaria, o al libero professionista per la redazione di progetti non conforme alle norme relative alla sicurezza degli impianti, ecc..

Sospensione temporanea dell'attività

Le violazioni comunque accertate, anche attraverso verifica, a carico delle imprese installatrici sono comunicate alla Camera di commercio, industria, artigianato e agricoltura competente per territorio, che provvede all'annotazione nell'albo provinciale delle imprese artigiane o nel registro delle imprese in cui l'impresa inadempiente risulta iscritta, mediante apposito verbale.
E' importante sottolineare come sia previsto che la violazione reiterata tre volte delle norme relative alla sicurezza degli impianti da parte delle imprese abilitate comporta altresì, in casi di particolare gravità, la sospensione temporanea dell'iscrizione delle medesime imprese dal registro delle imprese o dall'albo provinciale delle imprese

artigiane, su proposta dei soggetti accertatori e su giudizio delle commissioni che sovrintendono alla tenuta dei registri e degli albi.

Provvedimenti disciplinari

Per i professionisti iscritti nei rispettivi albi professionali sono previsti, nel caso di tre violazioni delle norme riguardanti la progettazione ed i collaudi, dei provvedimenti disciplinari da parte degli ordini professionali, su proposta dei soggetti accertatori.
All'irrogazione delle sanzioni previste dall’art. 15 del DM n. 37/2208 provvedono le Camere di commercio, industria, artigianato ed agricoltura competenti per territorio.
Il decreto prevede inoltre che sono da ritenersi nulli, ai sensi dell'art. 1418 del Codice Civile, i patti relativi alle attività disciplinate dal presente regolamento stipulati da imprese non abilitate. La nullità può essere fatta valere solo dal committente, fermo restando il diritto al risarcimento di eventuali danni.
Si evidenzia che gli organi accertatori per le violazioni delle disposizioni previste dal nuovo decreto sono quelli già individuati dalla ex legge n. 46/1990 e comprendono i Comuni, le Aziende Unità Sanitarie Locali (AUSL), i Comandi provinciali dei Vigili del Fuoco (VV.F.) e l’Istituto Superiore per la Prevenzione e la Sicurezza del Lavoro (ISPESL), organi dotati di ampio potere di accertamento, sia tecnico che amministrativo.

4. CLASSIFICAZIONE DEI SISTEMI ELETTRICI

Le Norme CEI definiscono sistema elettrico la “parte di un impianto elettrico costituito dal complesso dei componenti elettrici aventi una determinata tensione nominale”; inoltre, secondo la Norma CEI 11-1 la suddivisione dei sistemi elettrici avviene in quattro categorie, come riportato nella tabella4.1.

Tabella 4.1 - Classificazione dei sistemi elettrici in relazione alla tensione nominale Un

Sistemi di categoria	Tensione nominale U_n (V)
0 (zero)	≤ 50 c.a. ≤120 c.c.
I	$50 < U_n \leq 1.000$ c.a. $120 < U_n \leq 1.500$ c.c.
II	$1.000 < U_n \leq 30.000$ c.a. $1.500 < U_n \leq 30.000$ c.c.
III	$U_n > 30.000$

La distribuzione dell’energia elettrica alle utenze alimentate in bassa tensione, avviene invece secondo tipologie di sistemi che sono definiti in funzione (art. 312 – Norma CEI 64-8):

- del loro sistema di conduttori attivi (tabella 4.2)
- del loro modo di collegamento a terra (figura 4.1)

Tabella 4.2 - Sistema di distribuzione definito in funzione dei conduttori attivi

Sistema	N° conduttori attivi
Monofase	2 (fase-fase) 2 (fase-neutro)
Trifase	3 (L1-L2-L3) 4 (L1-L2-L3-N)

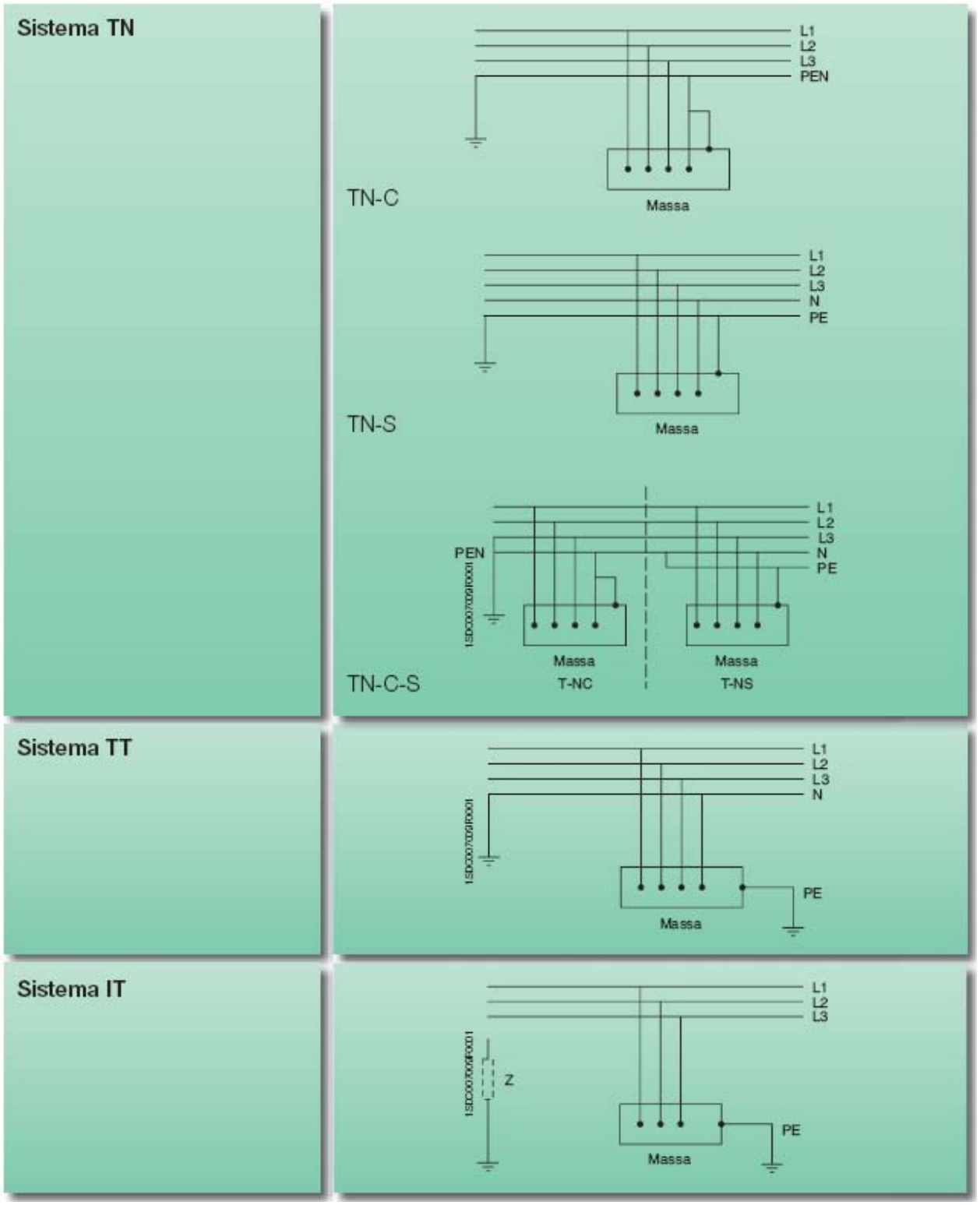


Figura 4.1 - Sistema di distribuzione definito in funzione del modo di collegamento a terra del neutro e delle masse

Note

1) Delle due lettere TN-TT-IT, la prima indica lo stato del neutro del secondario del trasformatore di distribuzione, la seconda il modo con cui le masse sono collegate a terra presso l'utente.
2) La lettera S significa conduttore di N e PE separati; la lettera C conduttore di N e PE riuniti in un solo conduttore (PEN).
3) Sistema TN
   Un punto del sistema è collegato direttamente a terra e le masse dell'impianto sono collegate a quel punto per mezzo del conduttore di protezione (PE o PEN).
   Il sistema TN si suddivide in:
   - TN-S dove il conduttore di neutro e di protezione sono separati;
   - TN-C dove la funzione di neutro e di protezione sono combinate in un unico conduttore;
   - TN-C-S dove le funzioni di neutro e di protezione sono combinate in un unico conduttore solo in una parte del sistema.

   Il sistema TN è da impiegare solo in impianti con cabina propria di trasformazione.
4) Sistema TT
   Neutro collegato direttamente a terra, masse dell'impianto collegate ad un impianto locale di terra elettricamente indipendente da quello del sistema.
5) Sistema IT
   Nessuna parte attiva collegata a terra (se non tramite un'impedenza Z), mentre le masse sono collegate a terra.

5. RISCHIO ELETTRICO

5.1 Generalità

Le misure preventive e protettive per la tipologia di rischio in esame devono essere collocate in un quadro più ampio di applicazione rispetto al mero ambito lavorativo, in quanto la presenza di "elettricità" nella vita quotidiana è divenuta una abitudine per ognuno.
Ne consegue che opportune precauzioni e norme comportamentali devono divenire patrimonio culturale comune a quanti non sono esperti e come tali applicate ovunque.
La considerazione è supportata, qualora ve ne fosse bisogno, dai dati statistici che enti pubblici, enti privati, quotidiani, e riviste specializzate del settore forniscono in percentuali non sempre omogenee ma che comunque, dimostrano che il rischio elettrico rappresenta al momento la maggiore causa di incidenti, troppo spesso mortali, accorsi dentro e fuori i luoghi di lavoro.
Gli incidenti elettrici sono più frequenti di quello che si possa immaginare; ognuno di noi quotidianamente viene a contatto con la corrente elettrica senza sapere che l'insidia o il pericolo sono in agguato.
Il funzionamento di un impianto elettrico non è di per sé indice di sicurezza infatti, nonostante operi regolarmente, può essere fonte di pericoli che non si vedono e che solo un esperto, dopo i necessari controlli, può prevenire, riconoscere ed eliminare. Per questo è opportuno che l'impianto elettrico di un edificio sia tenuto sotto controllo per garantire la sicurezza delle persone.
Sono più di 45mila gli italiani che ogni anno rimangono vittima di incidenti ed infortuni di natura elettrica, episodi dovuti all'inadeguatezza di impianti elettrici obsoleti e a comportamenti che trascurano le più elementari norme di sicurezza.
Tra gli incidenti di natura elettrica, il più comune è il contatto elettrico: toccando cavi elettrici non adeguatamente protetti o apparecchi dalle componenti usurate, si corre il rischio di ricevere una scarica elettrica, la cui intensità può avere gravi danni sull'organismo. I sovraccarichi di corrente possono invece causare il surriscaldamento di componenti elettriche e dare luogo ad incendi.
Da un'indagine Demoskopea emerge che nel 48% delle abitazioni, costruite prima del 1990, pari a 10 milioni di unità non sarebbero state effettuate né la verifica della sicurezza degli impianti elettrici, né la relativa manutenzione, secondo le disposizioni prescritte dalla legge n. 46/1990.
Senza dubbio va sottolineato come l´emanazione e la graduale applicazione sia della legge n. 46/1990 che del DM n. 37/2008 hanno concorso a ridurre gli incidenti, ma ancora molto si può e si deve fare per ridurre la componente di rischio residua, che è possibile abbattere unicamente con il corretto approccio comportamentale dettato dalla

specifica conoscenza dei problemi e dall´informazione necessaria per affrontare scenari che la normativa non può prevedere.

5.2 La valutazione del rischio elettrico richiesta dal D.Lgs n. 81/2008

Nei luoghi di lavoro il nuovo D.Lgs. n. 81/2008 all'art. 80 del capo III del titolo III prevede che il datore di lavoro deve prendere tutte le misure necessarie affinché i materiali, le apparecchiature e gli impianti elettrici messi a disposizione dei lavoratori siano progettati, costruiti, installati, utilizzati e mantenuti in modo da salvaguardare i lavoratori stessi da tutti i rischi di natura elettrica ed in particolare quelli derivanti da:

a) contatti elettrici diretti;
b) contatti elettrici indiretti;
c) innesco e propagazione di incendi e di ustioni dovuti a sovratemperature pericolose, archi elettrici e radiazioni;
d) innesco di esplosioni;
e) fulminazione diretta ed indiretta;
f) sovratensioni;
g) altre condizioni di guasto ragionevolmente prevedibili.

Al fine di garantire la sicurezza a cui sono esposti i lavoratori, il D.Lgs. n. 81/2008 obbliga il datore di lavoro ad eseguire una specifica valutazione del rischio elettrico tenendo in considerazione:

a) le condizioni e le caratteristiche specifiche del lavoro, ivi comprese eventuali interferenze;
b) i rischi presenti nel luogo di lavoro;
c) tutte le condizioni di esercizi prevedibili.

A seguito della valutazione del rischio elettrico il datore di lavoro deve adottare le misure tecniche ed organizzative necessarie ad eliminare o ridurre i rischi presenti, ad individuare i dispositivi di protezione collettivi ed individuali necessari alla conduzione in sicurezza del lavoro ed a predisporre le procedure di uso e manutenzione, oltre a garantire nel tempo la permanenza del livello di sicurezza degli impianti.

5.3 La pericolosità della corrente elettrica

Il contatto di una o più parti del corpo umano con componenti elettrici in tensione, può determinare il passaggio attraverso il corpo di una corrente elettrica.
Gli effetti fisiopatologici che la corrente elettrica può provocare, sono principalmente due:

1) disfunzione di organi vitali (cuore, sistema nervoso);
2) alterazione dei tessuti per ustione.

La soglia minima di sensibilità sui polpastrelli delle dita delle mani è di circa 2 mA in corrente continua e 0,5 mA in corrente alternata alla frequenza di 50 Hz.
La soglia di pericolosità è invece difficilmente individuabile perché soggettiva e dipendente da molteplici fattori, tra i quali:

- l'intensità della corrente;
- la frequenza e la forma d'onda, se alternata;
- il percorso attraverso il corpo;
- la durata del contatto;
- la fase del ciclo cardiaco al momento del contatto;
- il sesso e le condizioni fisiche del soggetto.

La pericolosità della corrente in funzione del tempo durante il quale circola all'interno del corpo umano, è stata riassunta dalle Norme nei diagrammi validi rispettivamente per correnti continue e alternate, figura 5.1 e figura 5.2.
Gli effetti della corrente nelle quattro zone sono così riassumibili:

zona 1: i valori sono inferiori alla soglia di sensibilità;
zona 2: non si hanno, di norma, effetti fisiopatologici pericolosi;
zona 3: si hanno effetti fisiopatologici di gravità crescente all'aumentare di corrente e tempo. In generale si hanno i seguenti disturbi: contrazioni muscolari, aumento della pressione sanguigna, disturbi nella formazione e trasmissione degli impulsi elettrici al cuore. Quasi sempre però, i disturbi provocati in questa zona hanno effetto reversibile e terminano al cessare del contatto;
zona 4: innesco della fibrillazione ventricolare[(1)], ustioni (anche gravi), arresto della respirazione, arresto del cuore.

Il percorso della corrente elettrica attraverso il corpo umano è un altro importante fattore di pericolosità; in generale è possibile affermare che il pericolo è maggiore ogni qual volta il cuore è interessato dal percorso della corrente.

[(1)] Si ha fibrillazione quando i ventricoli, a causa della forte corrente di provenienza esterna al corpo umano, sono stimolati in modo disordinato e si contraggono in modo caotico, impedendo al cuore di svolgere la sua ordinaria funzione.

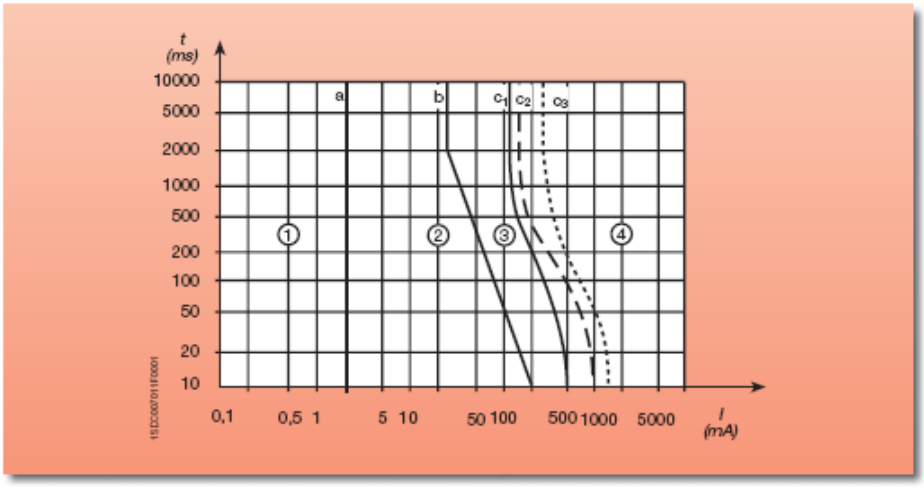


Figura 5.1 - Zone di pericolosità della corrente continua

1) Di solito, assenza di reazioni, fino alla soglia di percezione.
2) In genere nessun effetto fisiologico pericoloso.
3) Possono verificarsi contrazioni muscolari e perturbazioni reversibili nella formazione e trasmissione degli impulsi elettrici cardiaci.
4) Fibrillazione ventricolare probabile. Possono verificarsi altri effetti patofisiologici, ad esempio gravi ustioni. Le curve c2 e c3 corrispondono a una probabilità di fibrillazione ventricolare rispettivamente del 5% e 50%.

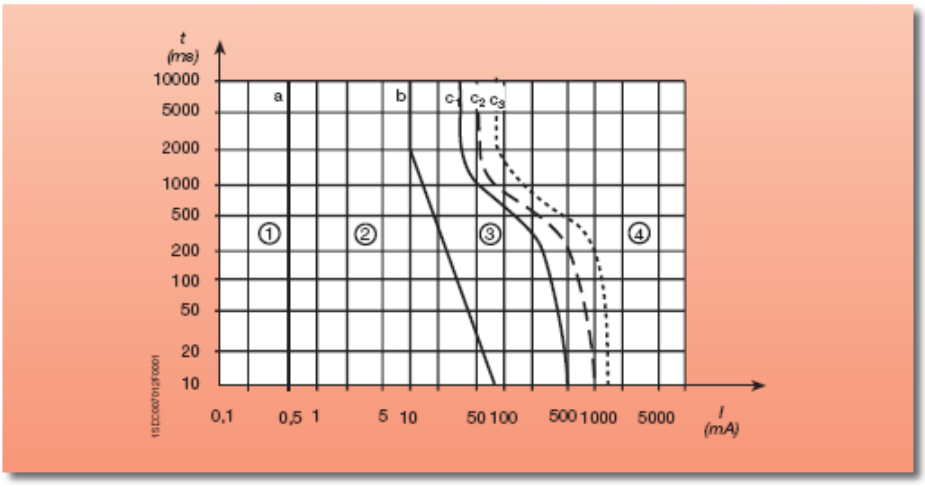


Figura 5.2 - Zone di pericolosità della corrente elettrica alternata (15÷100 Hz)

1) Di solito, assenza di reazioni, fino alla soglia di percezione (dita della mano).
2) In genere nessun effetto fisiologico pericoloso, fino alla soglia di tetanizzazione.

3) Possono verificarsi effetti patofisiologici, in genere reversibili, che aumentano con l'intensità della corrente e del tempo, quali: contrazioni muscolari, difficoltà di respirazione, aumento della pressione sanguigna, disturbi nella formazione e trasmissione degli impulsi elettrici cardiaci, compresi la fibrillazione atriale e arresti temporanei del cuore, ma senza fibrillazione ventricolare.
4) Probabile fibrillazione ventricolare, arresto del cuore, arresto della respirazione, gravi bruciature. Le curve c2 e c3 corrispondono a una probabilità di fibrillazione ventricolare rispettivamente del 5% e 50%.

Il CEI ha fissato i fattori di percorso F della corrente attraverso il corpo; più elevato è il valore di F, maggiore è il pericolo. Prendendo come riferimento (ossia F = 1) il percorso mano piede di uno stesso lato del corpo (ad esempio mano destra - piede destro) si hanno, per i percorsi più tipici in caso di elettrocuzione, i seguenti valori di F:

- mano sinistra - torace F = 1,5
- mano destra - torace F = 1,3
- mano sinistra - piede destro F = 1
- mano destra - piede sinistro F = 0,8
- mano sinistra - mano destra F = 0,4

Per quanto riguarda la fase del ciclo cardiaco nell'istante del contatto, è stato sperimentato che il momento meno favorevole si ha quando il fenomeno dell'elettrocuzione inizia tra la fine della contrazione cardiaca e l'inizio dell'espansione.
Da quanto esposto in precedenza, è evidente che il valore della corrente che attraversa il corpo umano, venuto accidentalmente in contatto con una parte in tensione, dipende complessivamente dal valore della resistenza elettrica del singolo individuo. Questo valore è estremamente aleatorio ed anche per uno stesso soggetto varia più volte nel corso della giornata; tuttavia, pur considerando un valore medio prudenziale di 3 k si osserva che una tensione di soli 60 V (frequenza 50 Hz) provoca teoricamente la circolazione di una corrente di 20 mA, che rappresenta il limite della corrente di distacco (fenomeno della tetanizzazione) per la quasi totalità degli individui.

5.4 Rischio elettrico

Quando una persona viene a contatto con una parte elettrica in tensione, si verifica la circolazione della corrente elettrica nel corpo umano. Tale circostanza costituisce il pericolo più comune ed a tutti noto connesso all'uso dell'energia elettrica.
Per meglio capire il concetto connessi al rischio elettrico, è opportuno intraprendere un breve percorso formativo partendo dall´effetto che la corrente elettrica esercita sul corpo umano.

Elettrocuzione

Il fenomeno meglio conosciuto come "scossa" elettrica, viene propriamente detto elettrocuzione, cioè condizione di contatto tra corpo umano ed elementi in tensione con attraversamento del corpo da parte della corrente.
Condizione necessaria perché avvenga l´elettrocuzione è che la corrente abbia rispetto al corpo un punto di entrata e un punto di uscita. Il punto di entrata è di norma la zona di contatto con la parte in tensione, mentre Il punto di uscita è la zona del corpo che entra in contatto con altri conduttori consentendo la circolazione della corrente all´interno dell´organismo seguendo un dato percorso.
In altre parole, se accidentalmente le dita della mano toccano una parte in tensione ma l´organismo è isolato da terra (scarpe di gomma) e non vi è altro contatto con corpi estranei, non si verifica la condizione di passaggio della corrente e non si registra alcun incidente. Mentre se la medesima circostanza si verifica a piedi nudi si avrà elettrocuzione con circolazione della corrente nel percorso che va dalla mano verso il piede, in tal caso punto di uscita.
La gravità delle conseguenze dell´elettrocuzione dipende dall´intensità della corrente che attraversa l´organismo, dalla durata di tale evento, dagli organi coinvolti nel percorso e dalle condizioni del soggetto.
Il corpo umano è un conduttore che consente il passaggio della corrente offrendo, nel contempo, una certa resistenza a tale passaggio. Minore è la resistenza, maggiore risulta la quantità di corrente che lo attraversa. Detta resistenza non è quantificabile in quanto varia da soggetto a soggetto, anche in funzione delle differenti condizioni in cui il medesimo soggetto si può trovare al momento del contatto.
Molteplici sono i fattori che concorrono a definirla e che in sostanza non consentono di creare un parametro di riferimento comune che risulti attendibile. Tra essi vi è il sesso, l´età, le condizioni in cui si trova la pelle (la resistenza è offerta quasi totalmente da essa), la sudorazione, le condizioni ambientali, gli indumenti interposti, la resistenza interna che varia da persona a persona, le condizioni fisiche del momento, il tessuto e gli organi incontrati nel percorso della corrente dal punto di entrata al punto di uscita.
Gli effetti provocati dall´attraversamento del corpo da parte della corrente sono:

- tetanizzazione
- arresto della respirazione
- fibrillazione ventricolare
- ustioni

Tetanizzazione

E´ il fenomeno che per eguale effetto, prende il nome da una malattia di natura diversa. In condizioni normali, la contrazione muscolare è regolata da impulsi elettrici trasmessi,

attraverso i nervi, ad una placca di collegamento tra nervo e muscolo, detta placca neuromuscolare.
L´attraversamento del corpo da parte di correnti superiori provoca, a certi livelli di intensità, fenomeni indesiderati di contrazione incontrollabile che determinano in modo reversibile l´impossibilità di reagire alla contrazione. Ad esempio il contatto tra un conduttore in tensione e il palmo della mano determina la chiusura indesiderata e incontrollabile della mano che rimane per questo attaccata al punto di contatto.

Arresto della respirazione

La respirazione avviene mediante inspirazione e successiva espirazione di un certo volume di aria che si ripete in condizioni normali circa 12-14 volte al minuto. I singoli atti respiratori avvengono per la contrazione dei muscoli intercostali e del diaframma che con il loro movimento variano il volume della cassa toracica.
Durante l´elettrocuzione per i medesimi motivi che determinano la tetanizzazione i muscoli si contraggono e non consentono l´espansione della cassa toracica impedendo la respirazione. Se non si elimina velocemente la causa della contrazione e se non si pratica in seguito a evento di notevole intensità la respirazione assistita il soggetto colpito muore per asfissia.

Fibrillazione ventricolare

Quanto già esposto lascia intuire che in un organo notoriamente delicato quale è il cuore, che basa la propria funzionalità su ritmi dettati da impulsi elettrici, ogni interferenza di natura elettrica può provocare scompensi alla normale azione di pompaggio.
In funzione dell´intensità di corrente e della durata del fenomeno accidentale, detta alterazione causa la mancata espulsione dall´organo di sangue ossigenato. Ciò determina il mancato nutrimento in primo luogo del cervello che, a differenza di altri organi non può resistere per più di 3-4 minuti senza ossigeno, senza risultare danneggiato in modo irreversibile. In questo caso un tempestivo massaggio cardiaco offre qualche possibilità di recuperare l´infortunato, altrimenti destinato a morte sicura.

Ustioni

Sono la conseguenza tanto maggiore quanto maggiore è la resistenza all´attraversamento del corpo da parte della corrente che, per effetto Joule determina uno sviluppo di calore. Normalmente le ustioni si concentrano nel punto di ingresso ed in quello di uscita della corrente dal corpo in quanto la pelle è la parte che offre maggiore resistenza. Come per gli altri casi la gravità delle conseguenze sono funzione dell´intensità di corrente e della durata del fenomeno.

L´elettrocuzione rappresenta il più noto, grave e frequente infortunio di natura elettrica che può avvenire per:

- contatto diretto
- contatto indiretto
- arco elettrico

Incendio

Altri pericoli connessi alla presenza di energia elettrica sono l´incendio di origine elettrica, l´innesco in atmosfera esplosiva e la mancanza di energia elettrica.
L´incendio è dovuto ad un´anomalia dell´impianto elettrico, ad un corto circuito, ad un arco elettrico o ad un sovraccarico, possibili cause dell´innesco della combustione. In alcuni casi l´impianto elettrico funge da vettore di un incendio, in quanto costituito da materiale combustibile (cavi ad isolamento plastico).
L´impianto elettrico può provocare l´innesco di sostanze esplosive, di atmosfere di gas, di vapori o di polveri, a causa della formazione dell´arco elettrico (manovre, guasti), di sovraccarichi e di corto circuiti.
Indirettamente anche la mancanza di energia elettrica può essere causa di infortuni. Un Black-out, può rappresentare durante una lavorazione pericolosa un fattore di notevole rischio.

5.5 Misure protettive e preventive

L´utilizzo di corrente elettrica in condizioni di sicurezza può avvenire per mezzo di sistemi di protezione attivi o passivi, tramite i quali si cerca, come obiettivi primari, di evitare il contatto diretto e, in caso contrario di ridurre la durata di attraversamento del corpo umano. Le misure di protezione variano a seconda dell´utente cui sono destinate.
Le protezioni totali sono destinate a quanti non sono edotti sui rischi derivanti dal contatto con l´energia elettrica; le protezioni parziali sono destinate a persone opportunamente formate nel settore e vengono applicate nei luoghi dove solo ad esse è consentito accedere.
Le misure di protezione totali si attuano con le seguenti metodologie dettate dalle norme CEI: isolamento delle parti attive del circuito elettrico con materiale isolante che deve ricoprire completamente le parti in tensione ed avere caratteristiche idonee alle tensioni di esercizio e alle sollecitazioni meccaniche cui è sottoposto; utilizzo di involucri che assicurino la protezione contro contatti diretti in ogni direzione e garantiscano la protezione contro le sollecitazioni esterne; barriere atte ad evitare il contatto di parti del corpo con le parti attive.
Alcune semplici regole da seguire dentro e fuori i luoghi di lavoro possono proteggere la vita.

- Assicurarsi della rispondenza dell´impianto elettrico al DM n. 37/2008 attraverso la dichiarazione di conformità o di rispondenza.
- Essere a conoscenza dei luoghi in cui sono posizionati i quadri elettrici per essere in grado di togliere tensione in caso di pericolo.
- Essere a conoscenza della funzione dei vari interruttori del quadro di zona per essere in grado di isolare l´ambiente desiderato.
- Verificare spesso il buon funzionamento dell´interruttore differenziale (pulsante test).
- Non lasciare accesi apparecchi che potrebbero provocare un incendio durante la vostra assenza o di notte.
- Non chiudere mai la stanza a chiave se dentro vi sono utilizzatori pericolosi accesi.
- Non utilizzate mai apparecchi nelle vicinanze di liquidi infiammabili.
- Leggere sempre l´etichetta dell'apparecchio utilizzatore, specie se sconosciuto, per verificare la quantità di corrente assorbita, l´esistenza dei marchi CE o IMQ.
- Gli impianti vanno revisionati e controllati solo da personale qualificato.
- Non eseguire riparazioni di fortuna con nastro isolante o adesivo a prese, spine e cavi.
- Le prese sovraccaricate possono riscaldarsi e divenire causa di corto circuiti, con conseguenze anche gravissime.
- Evitare di servirvi di prolunghe: in caso di necessità, dopo l'uso staccarle e riavvolgerle.
- Non utilizzare multiprese tipo "triple" collegate a "ciabatte" che a loro volta provengono da altre "triple" collegate a..... . In questo modo si determina un carico eccessivo sul primo collegamento a monte del "groviglio" con rischio di incendio.
- Non utilizzare mai spine italiane collegate (a forza) con prese tedesche (schuko) o viceversa, perché in questo caso si ottiene la continuità del collegamento elettrico ma non quella del conduttore di terra.
- Nel togliere la spina dalla presa non tirare mai il cavo e ricordare di spegnere prima l'apparecchio utilizzatore.
- Non utilizzare mai l´acqua per spegnere un incendio di natura elettrica. Sezionare l´impianto e utilizzare estintori a polvere o CO_2.
- Se qualcuno è in contatto con parti in tensione non tentare di salvarlo trascinandolo via, prima di aver sezionato l´impianto elettrico.

6. PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI ACCIDENTALI

6.1 Generalità

Quando una persona viene a contatto con una parte elettrica in tensione, si verifica la circolazione della corrente elettrica nel corpo umano. Tale circostanza costituisce il pericolo più comune ed a tutti noto connesso all'uso dell'energia elettrica.
Oltre agli infortuni elettrici, esistono una serie di guasti che possono compromettere la funzionalità delle apparecchiature, innescare incendi ed essere fonte di pericolo per l'integrità dei beni.

6.2 Contatti diretti e indiretti

I contatti che una persona può avere con le parti in tensione sono concettualmente divisi in due categorie:

- contatti diretti;
- contatti indiretti.

Si ha un contatto diretto quando una parte del corpo umano viene a contatto con una parte dell'impianto elettrico normalmente in tensione (conduttori, morsetti, ecc.), figura 6.1.

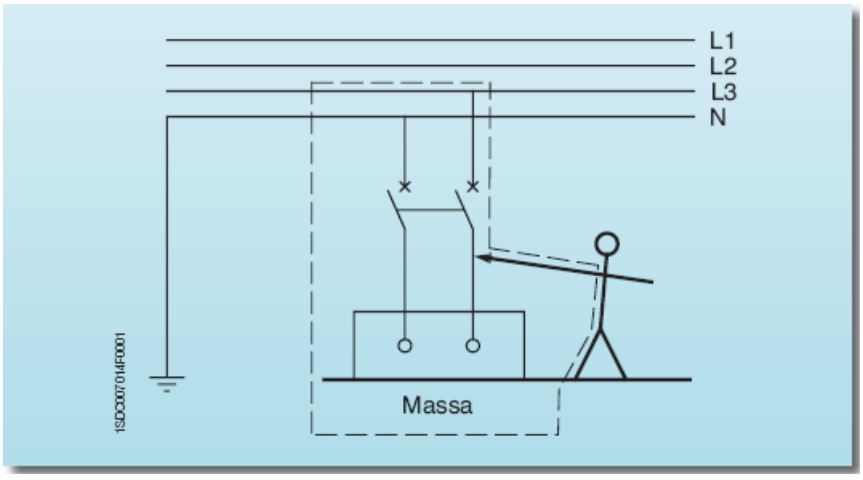


Figura 6.1 – Contatto diretto

Un contatto si dice invece indiretto quando una parte del corpo umano viene a contatto con una massa o con altra parte conduttrice, normalmente non in tensione, ma che

accidentalmente si trova in tensione in seguito ad un guasto o all'usura dell'isolamento, figura 6.2.

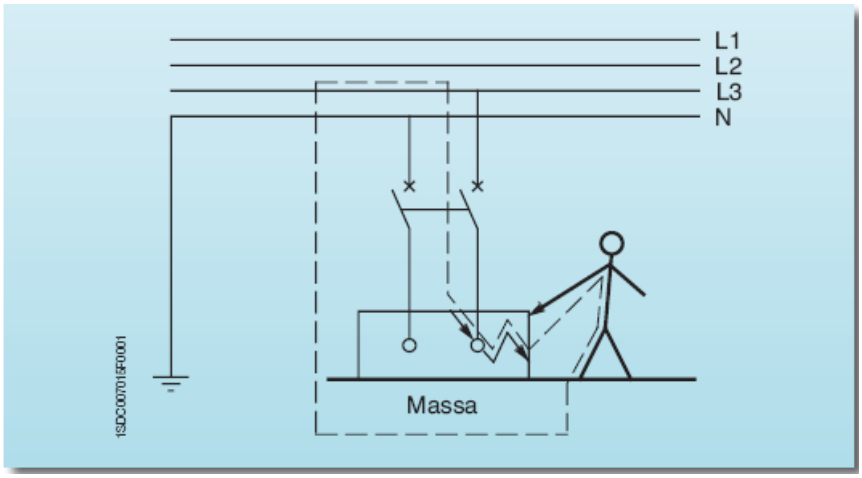


Figura 6.2 – Contatto indiretto

I metodi di protezione contro i contatti diretti e indiretti, esaminati analiticamente nei paragrafi successivi, possono essere riassunti nello schema di figura 6.3.

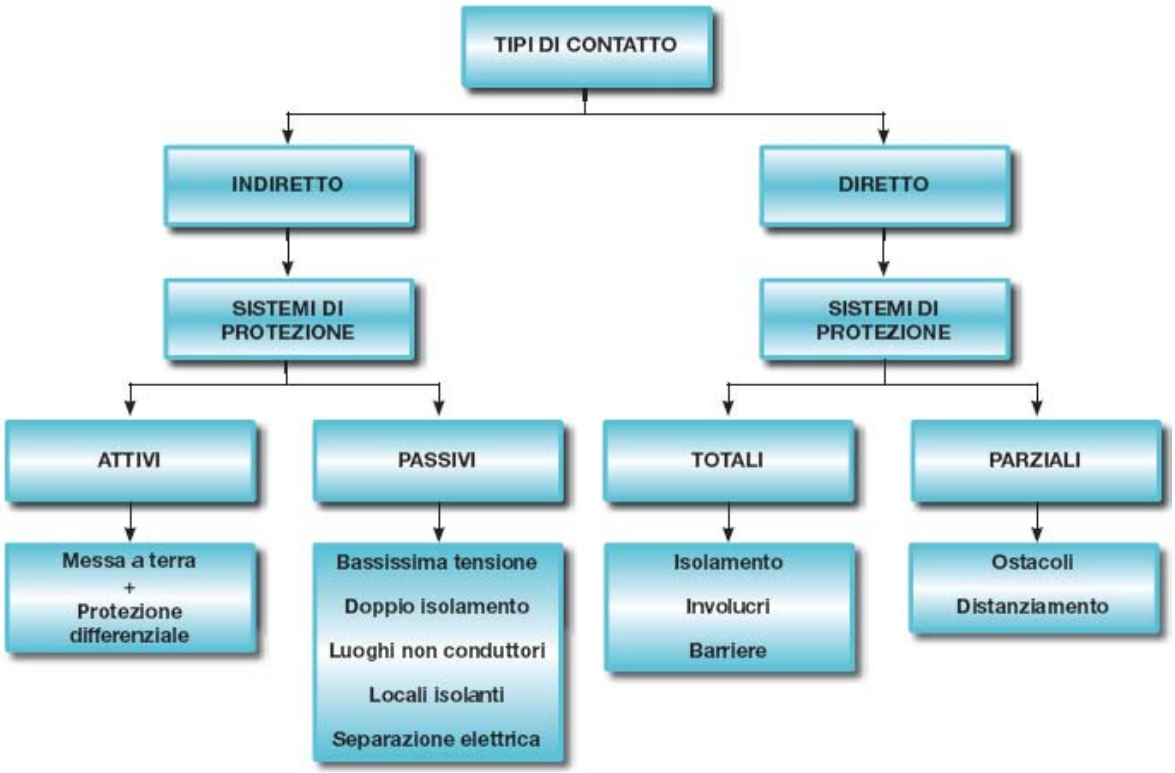


Figura 6.3 - Classificazione dei contatti accidentali e dei sistemi di protezione

6.3 Messa a terra

L'interruzione automatica dell'alimentazione, associata al collegamento delle masse dell'impianto elettrico ad un impianto di terra, rappresenta il metodo più diffuso per la protezione contro i contatti indiretti. Tale metodo però, per essere realmente efficace deve essere coordinato con un relè differenziale affinché si possa realizzare, in caso di pericolo, l'interruzione automatica dell'alimentazione.
L'impianto di messa a terra serve pertanto a stabilire un contatto elettrico efficiente con il terreno e permettere la richiusura delle correnti elettriche di guasto verso l'alimentazione, limitando le tensioni di contatto.
Nei sistemi TT la corrente, dovuta ad un guasto monofase a terra, interessa il terreno nella zona compresa tra i due impianti di messa a terra dell'utilizzatore e dell'Ente distributore (centro stella del secondario del trasformatore nella cabina MT/BT).
L'impedenza del circuito di guasto è normalmente elevata, mentre la corrente di guasto è piuttosto bassa, anche nel caso di un cortocircuito franco tra fase e massa. Le normali protezioni di sovracorrente non sono idonee ad eliminare rapidamente questo tipo di guasto. Infatti l'intervento può essere provocato o dallo sganciatore termico dopo un certo intervallo di tempo, o dallo sganciatore magnetico, se il guasto evolve in un cortocircuito tra le fasi.
Si possono pertanto verificare danneggiamenti importanti e principi d'incendio prima dell'eliminazione del guasto.
Nei sistemi TN la corrente di guasto a terra fluisce quasi interamente attraverso elementi conduttori e, di conseguenza, può raggiungere valori dello stesso ordine di grandezza di quello della corrente di cortocircuito fase-neutro.
Poiché tuttavia, i guasti a terra hanno origine con moderate correnti di dispersione prima di evolvere in cortocircuiti, si possono verificare danneggiamenti e principi d'incendio prima dell'eliminazione del guasto.
La protezione fornita dall'impianto di terra deve essere migliorata, sia nei sistemi TT che in quelli TN, mediante l'impiego di adeguati dispositivi di protezione contro i guasti verso terra.
Il principale di questi dispositivi è l'interruttore differenziale il cui principio di funzionamento è illustrato nel successivo paragrafo e che nei sistemi TT deve sempre essere installato.
Per realizzare un corretto sistema di protezione contro i pericoli di folgorazione, l'art. 413.1.4.2 della Norma CEI 64-8 stabilisce per i sistemi TT, che sia verificata la seguente relazione:

$$R_E \, I_{dn} \leq U_L$$

dove:

R_E = somma delle resistenze del dispersore e dei conduttori di protezione delle masse, in ohm;

I_{dn} = corrente nominale differenziale, in ampere;
U_L = tensione di contatto limite convenzionale, in volt.

La relazione mostra chiaramente che la resistenza di terra deve avere un valore tale da ottenere sicuramente l'intervento dell'interruttore differenziale quando, a causa del guasto, la tensione totale di terra raggiunge i valori della tensione di contatto limite convenzionale che, nella pratica, in corrente alternata, è la tensione di 50 V per gli ambienti ordinari e di 25 V per gli ambienti a maggior rischio (cantieri, locali ad uso medico, strutture ad uso agricolo e zootecnico).
In tali condizioni le tensioni di contatto, provocate da una eventuale corrente di dispersione, superiori a 50 V (massima tensione ammessa per ambienti normali) fanno sicuramente intervenire l'interruttore.
Dalla relazione appare chiaro che se si realizza un corretto coordinamento tra dispositivi di protezione differenziali e impianto di terra, quest'ultimo può presentare resistenze di terra anche elevate, senza per questo venire meno alle prescrizioni di sicurezza imposte dalle norme tecniche.
Per i sistemi TN deve invece essere soddisfatta la seguente relazione (art. 413.1.3.3 della Norma CEI 64-8):

$$Z_s \, I_A \leq U_o$$

dove:

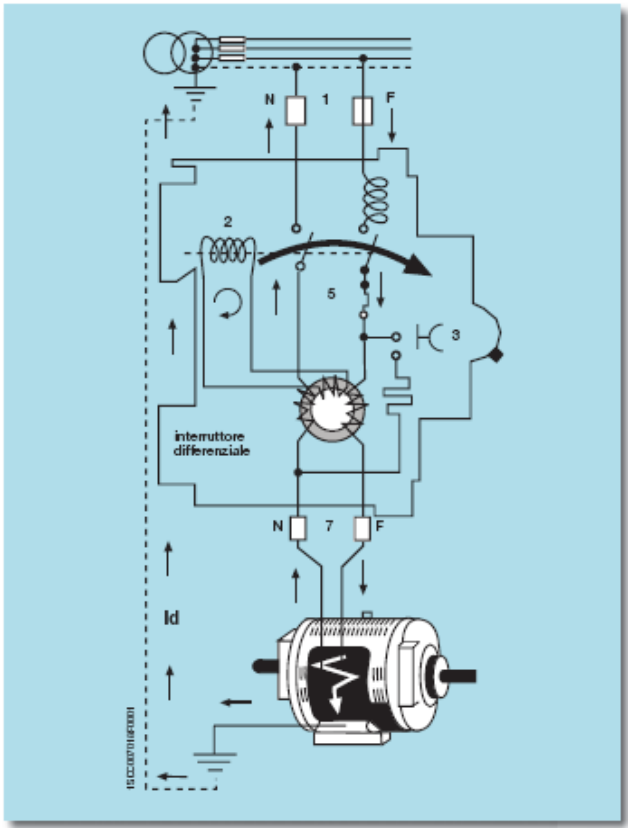
Z_s = l'impedenza dell'anello di guasto che comprende la sorgente, il conduttore attivo fino al punto di guasto ed il conduttore di protezione tra il punto di guasto e la sorgente;
I_A = la corrente che provoca l'interruzione automatica del dispositivo di protezione entro un tempo definito dalla Norma in funzione delle diverse situazioni impiantistiche;
U_o = la tensione nominale in c.a., valore efficace tra fase e terra.

L'esperienza dice che una corrente di 0,1÷0,2 A (se di durata sufficientemente lunga) in certi casi può essere sufficiente ad innescare un incendio. Correnti di guasto di tale entità possono avvenire in luoghi inaccessibili e nascosti alla vista delle persone, ad esempio per una carenza di isolamento verso terra. Un interruttore differenziale con corrente di intervento differenziale adeguata, è normalmente in grado di proteggere l'impianto anche contro tali pericoli.

6.4 La protezione differenziale

L'interruttore differenziale (figura 6.4) è un dispositivo amperometrico di protezione che interviene quando l'impianto presenta una dispersione di corrente verso terra. Questo dispositivo, sensibile alla corrente omopolare, esegue in continuazione la somma vettoriale delle correnti di linea del sistema monofase o trifase e finché questa somma è uguale a zero, consente l'alimentazione elettrica dell'utenza; la interrompe invece

rapidamente quando la risultante supera un valore prefissato secondo la sensibilità dell'apparecchio.



[1] Legenda
1) Morsetti di entrata
2) Sganciatore polarizzato
3) Pulsante di prova e controllo
4) Sganciatore elettromagnetico
5) Sganciatore termico
6) Trasformatore differenziale
7) Morsetti d'uscita

Figura 6.4 - Schema elettrico di un interruttore differenziale bipolare[1]

La protezione data dagli interruttori differenziali contro le tensioni di contatto e il pericolo di elettrocuzione è fondamentale in tutte le comuni applicazioni impiantistiche civili e industriali, tanto che con la legge n. 46/1990 l'inserimento dell'interruttore differenziale ad alta sensibilità negli impianti è diventato oggetto di prescrizione legislativa al pari della messa a terra.
Inoltre il differenziale risulta indispensabile in particolari situazioni per le quali i fattori di rischio possono incrementarsi; in tal senso si ricordano alcuni dei più significativi impieghi specifici:

- protezione dei locali ad uso medico (Norma CEI 64-8/7), riguardante non solo i grandi complessi ospedalieri, le case di cura e gli ambulatori, ma anche i gabinetti medici e dentistici, i locali per trattamento idro e fisio-terapeutico, i complessi per cure termali, ecc.;
- protezione degli utenti e dei manutentori di ascensori e montacarichi;
- protezione dei cantieri edili;

- protezione dei locali di balneazione pubblici e privati (docce, bagni, piscine, saune);
- protezione degli utenti di apparecchi portatili non a doppio isolamento e di apparecchi da giardinaggio;
- protezione degli utenti di campeggi;
- protezione degli impianti di alimentazione situati sulle banchine di attracco delle imbarcazioni.

Tra i vantaggi derivanti dall'utilizzo degli interruttori differenziali non va infine dimenticata la protezione che tali apparecchi offrono contro gli incendi innescabili da modeste dispersioni a terra non rilevabili dagli interruttori automatici magnetotermici, ma sufficienti a provocare il disastro.

6.5 Protezione passiva

Quando la protezione contro i contatti indiretti viene attuata con sistemi che non prevedono l'interruzione automatica del circuito, si ha la protezione passiva. In questo caso si tende a limitare non il tempo di permanenza di un guasto, ma il valore della tensione alla quale il soggetto umano può essere sottoposto.
Sono sistemi di protezione passiva:

- bassissima tensione di sicurezza
- doppio isolamento
- luoghi non conduttori
- collegamento equipotenziale locale non connesso a terra
- separazione elettrica.

6.6 Protezione contro i contatti diretti

Si attua la protezione contro i contatti diretti ponendo in essere tutte quelle misure e accorgimenti idonei a proteggere le persone dal contatto con le parti attive di un circuito elettrico.
La protezione può essere parziale o totale.
La scelta tra la protezione parziale o totale dipende dalle condizioni d'uso e d'esercizio dell'impianto (può essere parziale solo dove l'accessibilità ai locali è riservata a persone addestrate)[(2)].

[(2)] Le Norme CEI danno la seguente definizione di persone addestrate:
Persona addestrata - Persona avente conoscenze tecniche o esperienza, o che ha ricevuto istruzioni specifiche sufficienti per permetterle di prevenire i pericoli dell'elettricità, in relazione a determinate operazioni condotte in condizioni specificate.
Nota: il termine addestrato è pertanto un attributo relativo:
– al tipo di operazione;
– al tipo di impianto sul quale, o in vicinanza del quale, si deve operare;
– alle condizioni ambientali contingenti e di supervisione da parte di personale più preparato.

La Norma CEI 64-8 prevede inoltre quale misura addizionale di protezione contro i contatti diretti l'impiego di dispositivi a corrente differenziale.

Misure di protezione totali

Sono destinate alla protezione di personale non addestrato e si ottengono mediante:

- Isolamento delle parti attive

  Devono essere rispettate le seguenti prescrizioni:

  - parti attive ricoperte completamente con isolamento che può essere rimosso solo a mezzo di distruzione;
  - altri componenti elettrici devono essere provvisti di isolamento resistente alle azioni meccaniche, chimiche, elettriche e termiche alle quali può essere soggetto nell'esercizio.

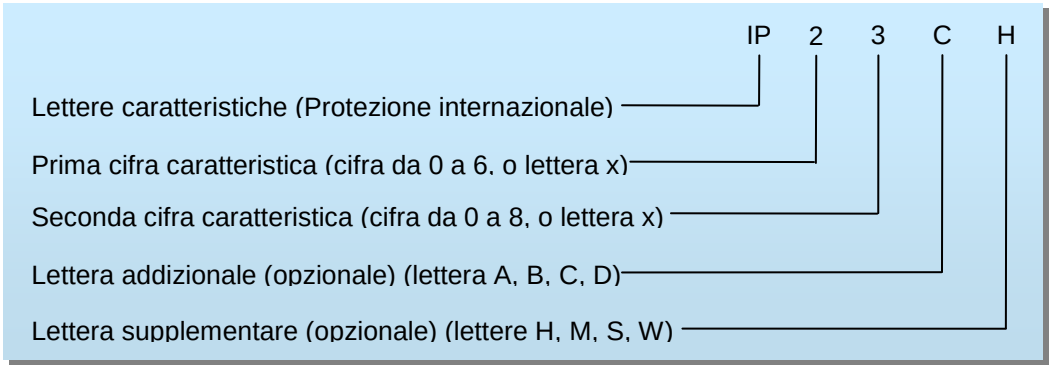
- Involucri o barriere

  Devono essere rispettate le seguenti prescrizioni:

  - parti attive contenute entro involucri o dietro barriere con grado di protezione almeno IP2X o IPXXB;
  - superfici orizzontali delle barriere o involucri a portata di mano, con grado di protezione almeno IP4X o IPXXD;
  - involucri o barriere saldamente fissati in modo da garantire, nelle condizioni di servizio prevedibili, la protezione nel tempo;
  - barriere o involucri devono poter essere rimossi o aperti solo con l'uso di una chiave o di un attrezzo speciale;
  - il ripristino dell'alimentazione deve essere possibile solo dopo sostituzione o richiusura delle barriere o degli involucri.

Gradi di protezione degli involucri

Il grado di protezione di un involucro è indicato con il codice IP la cui struttura è la seguente [Norma CEI EN 60529 (CEI 70-1)]:


IP 2 3 C H
Lettere caratteristiche (Protezione internazionale)
Prima cifra caratteristica (cifra da 0 a 6, o lettera x)
Seconda cifra caratteristica (cifra da 0 a 8, o lettera x)
Lettera addizionale (opzionale) (lettera A, B, C, D)
Lettera supplementare (opzionale) (lettere H, M, S, W)

Note

1) Quando non sia richiesta una cifra caratteristica, quest'ultima deve essere sostituita dalla lettera "X" ("XX" se sono omesse entrambe le cifre).
2) Le lettere addizionali e/o supplementari possono essere omesse senza essere sostituite.
3) Nel caso di più lettere supplementari, si deve applicare l'ordine alfabetico.
4) Se un involucro fornisce diversi gradi di protezione per differenti sistemi di montaggio, il costruttore deve indicare nelle istruzioni i gradi di protezione corrispondenti ai differenti sistemi di montaggio.

Misure di protezioni parziali

Sono destinate a personale addestrato; si attuano mediante ostacoli o distanziamento.
Impediscono il contatto non intenzionale con le parti attive. Nella pratica sono misure applicate solo nelle officine elettriche.
Devono essere rispettate le seguenti prescrizioni:

- *Ostacoli*

  Devono impedire:

  - l'avvicinamento non intenzionale del corpo a parti attive;
  - il contatto non intenzionale con parti attive durante lavori sotto tensione nel funzionamento ordinario.

  Gli ostacoli possono essere rimossi senza una chiave o un attrezzo speciale, ma devono essere fissati in modo da impedire la rimozione accidentale.

- *Distanziamenti*

  Il distanziamento delle parti simultaneamente accessibili deve essere tale che esse non risultino a portata di mano, figura 6.5.
  La zona a portata di mano inizia dall'ostacolo (per es. parapetti o rete grigliata) che abbia un grado di protezione < IPXXB.

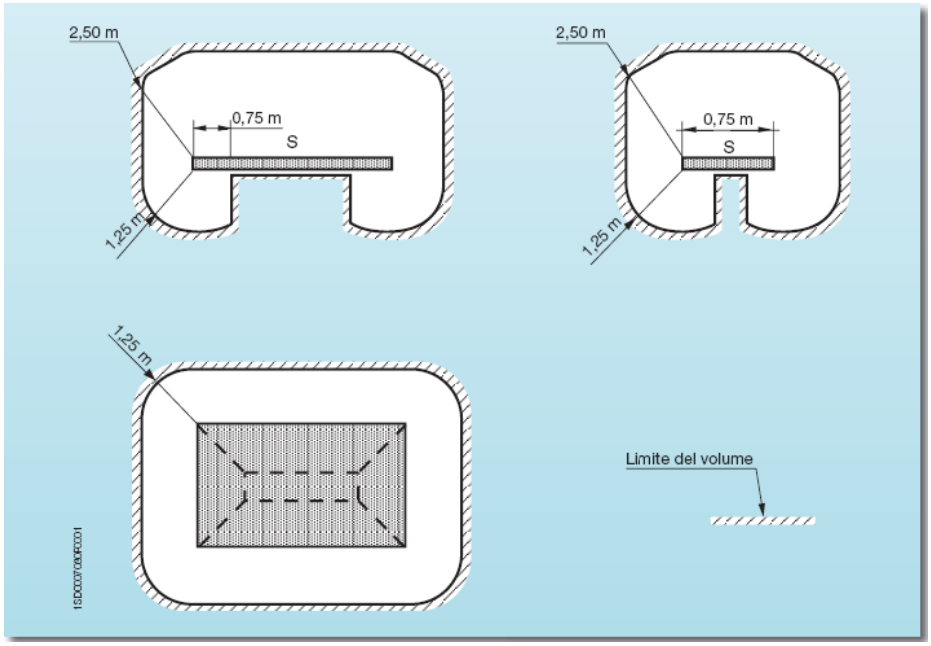


Figura 6.5 - Parti ritenute “a portata di mano” secondo la Norma CEI 64-8

Misura di protezione addizionale mediante interruttori differenziali

La protezione con interruttori differenziali con $I_{dn} \leq 30$ mA, pur eliminando gran parte dei rischi dovuti ai contatti diretti, non è riconosciuta quale elemento unico di protezione completa e richiede l’abbinamento con una delle misure di protezione totali o parziali di cui ai precedenti punti.
L’uso dell’interruttore differenziale da 30 mA permette per altro la protezione contro i contatti indiretti in condizioni di messa a terra incerte ed è sicuramente una protezione efficace contro i difetti di isolamento, origine di piccole correnti di fuga verso terra (rischio d’incendio).
A questo proposito vale la pena ricordare che non sempre le correnti di forte intensità sono responsabili di innesco d’incendio; spesso invece lo sono quelle di bassa intensità.
Gli incendi che hanno origine nei vari punti dell’impianto elettrico (quadri di distribuzione primaria e secondaria, cassette di distribuzione, motori, cavi ecc) sono dovuti, in buona parte dei casi, al cedimento dell’isolamento, per invecchiamento, per surriscaldamento o per sollecitazione meccanica delle parti isolanti, con il conseguente fluire di deboli correnti di dispersione verso massa o tra le fasi che, aumentando di intensità nel tempo, possono innescare “l’arco”, sicura fonte termica per l’inizio di un incendio. Il guasto però non sempre si evolve in questo modo: a volte una “debole corrente di dispersione” è sufficiente ad innescare un focolaio di incendio se viene interessato un volume ridotto di materiale combustibile. Ad esempio, una corrente di 200 mA, alla tensione di fase di 220 V, sviluppa una potenza termica di 44 W che, paragonata a quella di circa 35 W della fiamma di un fiammifero, dà un’idea della possibilità di cui sopra.

L’esperienza dimostra che pericoli d’incendio possono presentarsi, in alcune condizioni, già quando la corrente oltrepassa i 70 mA a 220 V (15,5 W). Pertanto per un’efficace protezione contro l’incendio è necessario che il guasto venga eliminato al suo insorgere. Questo è possibile solo con l’impiego di dispositivi di protezione che intervengano in corrispondenza dei suddetti valori di corrente, ossia con gli interruttori differenziali.

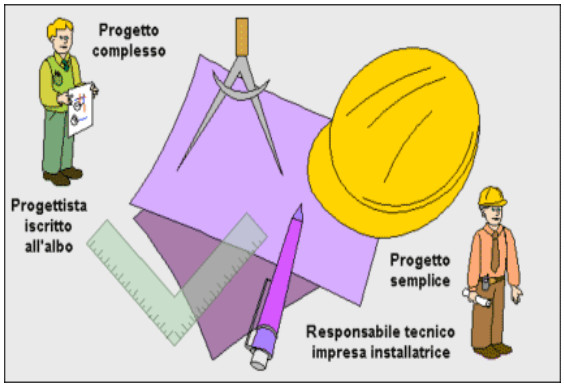
7. PROGETTAZIONE DEGLI IMPIANTI ELETTRICI DI BASSA TENSIONE

7.1 Generalità

L'impianto elettrico è l'insieme delle macchine, delle apparecchiature, dei componenti e degli accessori destinati alla produzione, trasformazione, trasporto e distribuzione dell'energia elettrica.
La Norma CEI 64-8 all'art. 132.1 stabilisce che gli impianti elettrici devono garantire:

- la protezione delle persone e dei beni;
- il corretto funzionamento in conformità all'uso previsto.

Quanto sopra viene assolto mediante una attenta progettazione ed una corretta installazione che prevede, tra l'altro, l'impiego di prodotti di qualità e pienamente rispondenti alle relative norme e/o certificazioni in grado di garantire funzionalità e sicurezza di funzionamento.
Il progetto è il momento di ideazione dell'impianto, elemento fondamentale di garanzia per l'utente, quindi deve essere redatto per tutti gli impianti elettrici e ne deve precedere la realizzazione.
Il progetto comprende gli studi che, partendo dalla conoscenza delle prestazioni richieste nelle condizioni ambientali e di funzionamento assegnate, produce le informazioni necessarie e sufficienti per la valutazione, la realizzazione, la verifica, l'esercizio e la manutenzione, dell'impianto in conformità alla regola d'arte.
La progettazione, secondo il nuovo decreto DM n. 37/2008, è obbligatoria per tutti gli impianti. Per impianti sopra i limiti dimensionali di cui all'art. 5, comma 2 del citato decreto (ad esempio per gli impianti elettrici per impianti con potenza impegnata superiore a 6 kW), il progetto deve essere redatto da un professionista iscritto agli albi professionali.



Per impianti invece sotto tali limiti, la redazione del progetto può essere fatta anche dal responsabile tecnico dell'impresa installatrice. In questo ultimo caso l'elaborato tecnico deve essere costituito almeno da:

- schema dell'impianto da realizzare, inteso come descrizione funzionale ed effettiva dell'opera da eseguire, ovvero schema più tipologia dei materiali utilizzati;
- eventuale documentazione tecnica attestante le varianti introdotte in corso d'opera.

Il progetto di un impianto elettrico rappresenta il mezzo fondamentale per rispondere alle attese del committente, nel rispetto delle disposizioni di legge e delle norme tecniche, che sono:

- la sicurezza
- la funzionalità
- l'affidabilità
- la durata
- l'economicità

Per raggiungerli si richiedono scelte tecniche precise, che possono favorire taluni aspetti e contrastarne altri.
Al fine del conseguimento degli scopi suddetti e per l'ottimizzazione dei costi e dei risultati, sarebbe opportuno che la funzione di progettista non si esaurisse nel progetto ma continuasse nella fase di installazione fino al completamento dei lavori, anche in presenza del direttore dei lavori. Ciò anche per coinvolgerlo nell'approvazione delle modifiche in corso d'opera e nell'aggiornamento del progetto.
Il progetto elettrico si avvale per la sua realizzazione di calcoli, disegni, elaborati grafici e tiene rigorosamente conto delle leggi e delle norme tecniche che regolamentano questo settore; in particolare, l'art. 5 del DM n. 37/2008 prevede che:

- i progetti devono contenere almeno gli schemi dell'impianto e i disegni planimetrici nonché una relazione tecnica sulla consistenza e sulla tipologia dell'installazione, della trasformazione o dell'ampliamento dell'impianto stesso, con particolare riguardo alla tipologia e alle caratteristiche dei materiali e componenti da utilizzare e alle misure di prevenzione e di sicurezza da adottare;
- i progetti degli impianti devono essere elaborati secondo la regola dell'arte. I progetti elaborati in conformità alla vigente normativa e alle indicazioni delle guide e alle norme dell'UNI, del CEI o di altri Enti di normalizzazione appartenenti agli Stati membri dell'Unione europea o che sono parti contraenti dell'accordo sullo spazio economico europeo, si considerano redatti secondo la regola dell'arte.

7.2 Livelli di progetto

Ad ausilio del progettista, il CEI ha pubblicato la guida CEI 0-2 appositamente dedicata alla definizione della documentazione ritenuta necessaria per una corretta progettazione, in funzione del livello di progetto che si pone in essere e del tipo di impianto che si andrà a realizzare.
I livelli di progetto previsti dalla guida sono:

- *Progetto preliminare:* definisce le caratteristiche qualitative e funzionali dei lavori, il quadro delle esigenze da soddisfare e delle specifiche prestazioni da fornire. Il progetto preliminare può individuare altresì i profili e le caratteristiche più

significative dei successivi livelli di progettazione, in funzione delle dimensioni economiche e della tipologia e categoria dell'intervento.

- *Progetto definitivo:* viene redatto sulla base delle indicazioni del progetto preliminare approvato; contiene tutti gli elementi necessari ai fini del rilascio della concessione edilizia o permesso per costruire o di altro atto equivalente.
- *Progetto esecutivo:* costituisce l'ingegnerizzazione di tutte le lavorazioni e, pertanto, definisce completamente e in ogni particolare impiantistico l'intervento da realizzare. Restano esclusi soltanto i piani operativi di cantiere, i piani di approvvigionamento, nonché i calcoli e i grafici relativi alle opere provvisionali. Il progetto è redatto nel pieno rispetto del progetto definitivo e delle eventuali prescrizioni dettate in sede di rilascio della concessione edilizia o permesso per costruire.

La progettazione articolata sui tre livelli di cui sopra, è obbligatoria solo per i lavori pubblici. Negli altri casi la procedura può essere semplificata pur nel rispetto sulla consistenza della documentazione di progetto.

7.3 Documentazione di progetto

La documentazione di progetto è l'insieme dei documenti che costituiscono il progetto, e deve essere preparata con modalità, tempi e contenuti tali da essere utile a tutte le figure che, a vario titolo, sono interessate al suo uso. Essa deve accompagnare l'impianto elettrico per tutta la sua vita ed essere aggiornata ad ogni trasformazione, ampliamento, modifica e adeguamento.
La consistenza della documentazione di progetto dell'impianto elettrico in relazione alla destinazione d'uso dell'opera e i contenuti dei singoli documenti sono descritti nella tabella 7.1.

Tabella 7.1 - Consistenza della documentazione di progetto elettrico in relazione alla destinazione d'uso dell'opera

	DOCUMENTAZIONE DI PROGETTO	DESTINAZIONE D'USO DELLE OPERE				
		Edifici civili		Altre opere		
		Impianti elettrici al di sotto dei limiti dimensionali del DM 37/08	Impianti elettrici al di sopra dei limiti dimensionali del DM 37/08	Impianti elettrici al di sotto dei limiti dimensionali del DM 37/08	Impianti elettrici al di sopra dei limiti dimensionali del DM 37/08	Progetto per opere pubbliche ai sensi del Codice Appalti 163/2006
a	B	c	d	e	f	g
4.1.	Documentazione del progetto preliminare					
4.1.1	Relazione illustrativa	NO	SI	NO	SI	SI
4.1.2	Relazione tecnica	NO	NO	NO	NO	SI
4.1.3	Planimetria generale e schema elettrico generale	NO	F	NO	F	SI
4.1.4	Piano di sicurezza	NO	NO	NO	NO	SI
4.1.5	Calcolo sommario delle spese	NO	NO	NO	NO	SI
4.2	Documentazione del progetto definitivo					
4.2.1	Relazione illustrativa	NO	F	NO	SI	SI
4.2.2	Relazione tecnica	NO	SI	NO	SI	SI
4.2.3	Elaborato grafici	NO	SI	NO	SI	SI
4.2.4	Calcoli preliminari (relazione illustrativa)	NO	SI	NO	SI	SI
4.2.5	Disciplinare descrittivo e prestazionale degli elementi tecnici	NO	F	NO	F	SI
4.2.6	Computo metrico	NO	SI	NO	SI	SI
4.2.7	Computo metrico-estimativo	NO	F	NO	F	SI
4.2.8	Quadro economico	NO	NO	NO	NO	SI
4.3	Documentazione del progetto esecutivo					
4.3.1	Relazione generale	NO	F	NO	SI	SI
4.3.2	Relazione specialistica	NO	SI	NO	SI	SI
4.3.3	Schema (descrizione) dell'impianto elettrico	SI	NO	SI	NO	NO
4.3.4	Elaborati grafici	F	SI	F	SI	SI
4.3.5	Calcoli esecutivi (relazione illustrativa) tabelle e diagrammi di coordinamento delle protezioni	NO	SI	NO	SI	SI
4.3.6	Piano di manutenzione	NO	F	NO	F	SI
4.3.7	Elementi per il piano di sicurezza e di coordinamento (D.Lgs. 81/08)	NO	F	NO	F	SI
4.3.8	Computo metrico	NO	SI	NO	SI	SI
4.3.9	Computo metrico estimativo	NO	SI	NO	SI	SI
4.3.10	Quadro economico	NO	NO	NO	F	SI
4.3.11	Cronoprogramma	NO	F	NO	F	SI
4.3.12	Quadro dell'incidenza della manodopera	NO	NO	NO	NO	SI
4.3.13	Capitolato speciale d'appalto	NO	SI	NO	SI	SI
4.3.14	Schema di contratto	NO	F	NO	F	SI

SI: Documento previsto nella generalità dei casi.
NO: Documento non necessario.
F: Documento facoltativo, da redigere quando ritenuto necessario dal progettista, in base alle caratteristiche e complessità del progetto.

Qualunque sia il numero di livelli scelto è necessario che il progettista produca, per ciascun livello due relazioni: la prima è la relazione tecnica, mentre la seconda prende nomi diversi in funzione del livello di progettazione; in particolare viene denominata relazione illustrativa nel progetto nel preliminare, descrittiva nel definitivo, specialistica nell'esecutivo (il tutto come meglio descritto nella tabella 7.2 dove vengono indicati i contenuti di massima delle varie relazioni).
Le relazioni di progetto costituiscono pertanto i documenti fondamentali per identificare la tipologia e la consistenza degli impianti, nonché la finalità per cui sono stati progettati e verranno poi costruiti.

Tabella 7.2 – Tipologie delle relazioni di progetto e contenuti di massima delle stesse

PROGETTO	RELAZIONE	DEFINIZIONE
Preliminare	Illustrativa	Ha lo scopo di fornire una chiara e precisa nozione delle circostanze che non possono risultare dai disegni e che hanno influenza sulle scelte e sulla riuscita del progetto.
	Tecnica	Riporta lo sviluppo degli studi tecnici di prima approssimazione connessi alla tipologia dell'intervento da realizzare, con l'indicazione di massima dei requisiti e delle prestazioni che devono essere riscontrate nell'intervento.
Definitivo	Descrittiva	Fornisce i chiarimenti volti a dimostrare la rispondenza del progetto alle finalità dell'intervento, nel rispetto del prescritto livello qualitativo dei conseguenti costi e benefici attesi.
	Tecnica	Indica le soluzioni da adottare in sede di progettazione esecutiva e svolge la funzione di raccordo tra i diversi documenti che costituiscono il progetto.
Esecutivo	Generale	Descrive in dettaglio, anche attraverso specifici riferimenti agli elaborati grafici e alle prescrizioni del capitolato speciale d'appalto, i criteri utilizzati per le scelte progettuali esecutive.
	Specialistica	Rappresenta la naturale evoluzione della relazione tecnica del progetto definitivo e, di regola, contiene informazioni più dettagliate; svolge la funzione di raccordo tra i diversi documenti che costituiscono il progetto e riguarda, in particolare, la consistenza e la tipologia dell'impianto elettrico. La relazione specialistica corrisponde alla relazione tecnica sulla consistenza e sulla tipologia dell'installazione prescritta dall'art. 4, comma 2 del DPR 447/91.

Nel progetto preliminare, la relazione illustrativa deve fornire una descrizione sufficientemente precisa del progetto in rapporto alle ragioni delle soluzioni prescelte e alla finalità dell'intervento; la relazione deve inoltre contenere indicazioni sul cronoprogramma e sulla gestione e accessibilità di impianti eventualmente già esistenti.

Alla relazione illustrativa viene affiancata la relazione tecnica che, generalmente contiene:

- i dati di progetto;
- i criteri di scelta delle soluzioni impiantistiche elettriche.

Il progetto definitivo, tra le cui funzioni vi è quella di contenere tutti gli elementi necessari ai fini del rilascio della concessione edilizia o del permesso di costruire, deve contenere i documenti volti a dimostrare la rispondenza del progetto alle finalità dell'intervento e a indicare le soluzioni tecniche da adottare; in particolare vi sarà una relazione con la descrizione dei criteri utilizzati per le scelte progettuali, delle caratteristiche prestazionali e descrittive dei materiali prescelti, nonché dei criteri di progettazione degli impianti, in particolare per quanto riguarda la sicurezza, la funzionalità e l'economia di gestione (per le opere pubbliche anche l'indicazione del tempo necessario per la redazione del progetto esecutivo) e una relazione tecnica, che svolge la funzione di raccordo tra tutti i documenti di progetto.
Quest'ultima, secondo le indicazioni della Guida CEI 0-2 deve essere strutturata in quattro sezioni contenenti rispettivamente:

- i dati identificativi del committente e dell'opera;
- i criteri di scelta delle soluzioni impiantistiche adottate, della tipologia e del dimensionamento dei vari componenti;
- le integrazioni per gli ambienti particolari (per gli ambienti a maggior rischio in caso d'incendio è necessaria la descrizione delle caratteristiche di sicurezza degli impianti e dei componenti elettrici sulla base delle caratteristiche degli ambienti stessi, mentre per i luoghi con pericolo di esplosione la descrizione delle caratteristiche di sicurezza degli impianti e dei componenti elettrici, sulla base della classificazione dei luoghi stessi, nonché i tipi di costruzioni elettriche di componenti e accessori).

Il progetto esecutivo infine prevede tra i suoi primi due documenti una relazione generale che illustra i criteri seguiti e le scelte effettuate per trasferire sul piano contrattuale e sul piano costruttivo le soluzioni tecnologiche previste dal progetto definitivo, e la relazione specialistica che riguarda la consistenza e la tipologia dell'impianto elettrico.
La relazione specialistica, oltre alle informazioni della relazione tecnica del progetto definitivo, deve contenere generalmente quanto segue:

a) l'elenco e descrizione delle utenze elettriche;
b) i dati di progetto relativi alla destinazione d'uso, alle condizioni ambientali, alle leggi di riferimento e ai vincoli imposti dagli enti pubblici;
c) la classificazione dei luoghi;

d) i dati del sistema di distribuzione (tensione, frequenza, fasi, stato del neutro, tipo di alimentazione, cadute di tensione ammissibili e correnti di guasto nei diversi punti dell'impianto);
e) le specifiche dei carichi elettrici (tipo, potenza e caratteristiche degli apparecchi illuminanti e delle relative lampade, portata e tipo delle prese a spina, caratteristiche delle macchine, ecc.);
f) le misure di protezione contro i contatti diretti e indiretti;
g) una indicazione descrittiva delle scelte operate e dei criteri di dimensionamento adottati, con riferimenti e calcoli;
h) le misure di protezione adottate contro le sovratensioni con la chiara indicazione dei criteri di scelta e di dimensionamento degli impianti di protezione contro le scariche atmosferiche;
i) negli impianti complessi la descrizione delle modalità operative quali per esempio: le procedure di automazione, supervisione e controllo dell'impianto; le modalità di distacco dei carichi e della successiva rialimentazione, nonché la dislocazione e il funzionamento dei comandi di emergenza;
j) l'elenco analitico di tutti gli elaborati del progetto.

7.4 Elaborati grafici

Gli elaborati grafici descrivono le caratteristiche dell'intervento da realizzare e comprendono, nel caso di un progetto esecutivo:

d) schemi di sistema;
e) schemi elettrici (figura 7.1);
f) schemi d'installazione e disegni planimetrici (figura 7.2);
g) particolari costruttivi e dettagli d'installazione (figura 7.3);
h) altri elaborati necessari.

Schemi di sistema

Sono schemi di insieme e mostrano le principali relazioni o connessioni tra le parti che costituiscono un sistema e ne illustrano la funzione.
Negli impianti complessi gli schemi possono rinviare ad altri elaborati per le informazioni relative a specifici componenti o parti di impianto.
Sono tali ad esempio: lo schema elettrico generale, gli schemi delle cabine elettriche, lo schema dell'impianto di terra, ecc.

Schemi elettrici

Gli schemi elettrici sono documenti che contengono tutte le necessarie informazioni dell'impianto e le funzioni svolte dai componenti indicati.
Possono essere tali ad esempio:

- gli schemi che indicano i circuiti principali in entrata e uscita, gli interruttori, i dispositivi di protezione e manovra, gli strumenti di misura, i dati di dimensionamento che permettono la costruzione o selezione delle apparecchiature e quant'altro necessario;
- gli schemi dei quadri elettrici;
- gli schemi circuitali, che rappresentano i collegamenti elettrici e le funzioni di uno specifico circuito, senza tener conto delle reali forme, dimensioni ed ubicazione degli elementi rappresentati, allo scopo di facilitare l'analisi di un circuito nel suo ruolo funzionale, l'esecuzione di prove e la localizzazione dei guasti. In alcuni casi può essere rappresentato anche a blocchi;
- gli schemi logici di funzione, che utilizzano prevalentemente segni grafici per elementi logici binari.

Schemi d'installazione e disegni planimetrici

Gli schemi d'installazione derivano da un'evoluzione di quelli del progetto definitivo, ove esistenti.
I disegni planimetrici sono documenti di disposizione topografica e riportano la posizione dei componenti elettrici e delle condutture.

Particolari costruttivi e dettagli d'installazione

I particolari costruttivi sono soluzioni tecniche costruttive e/o di installazione prestudiate, ottimizzate e pronte per l'esecuzione.
I dettagli d'installazione sono documenti specifici per l'esecuzione degli impianti e per una corretta installazione dei componenti elettrici.
Il grado di definizione dei dettagli è correlato alla complessità e specificità dell'impianto.
Per ciascun tipo di ambiente e applicazione particolare il progetto può essere corredato di informazioni che evidenziano il rispetto delle prescrizioni particolari contenute nelle norme specifiche, che integrano o modificano quelle generali.

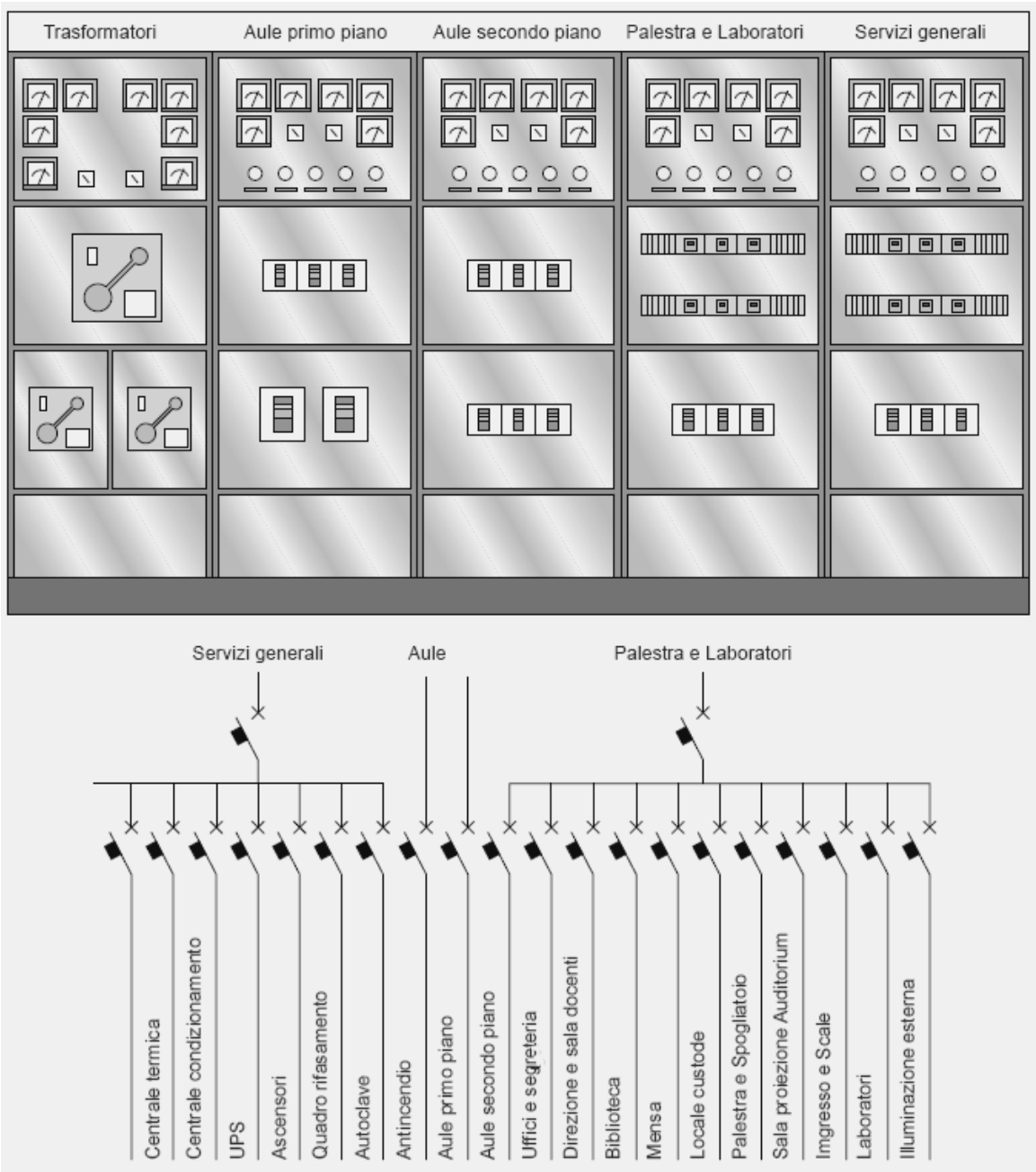


Figura 7.1 - Esempio di quadro di distribuzione generale per un grande edificio scolastico

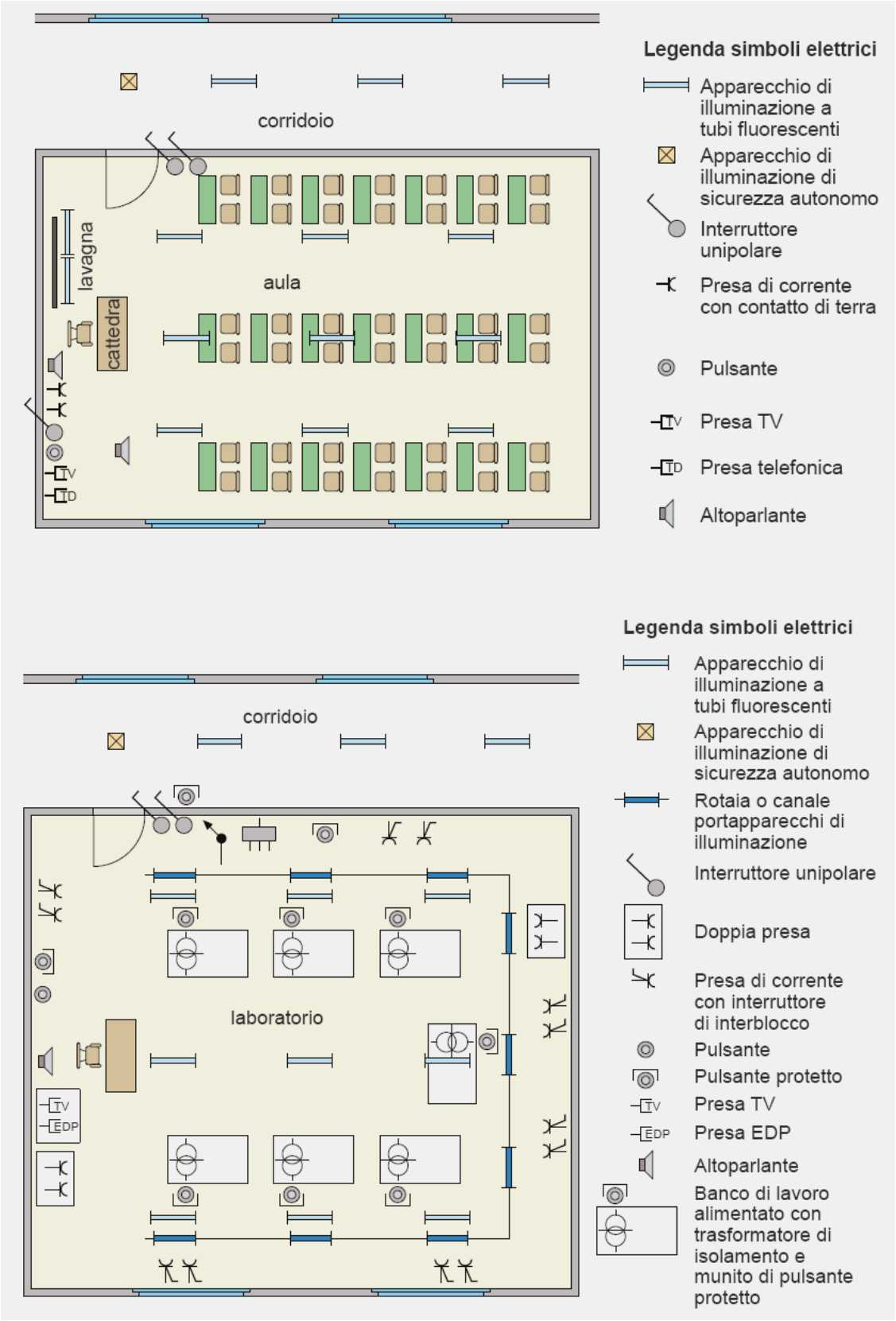
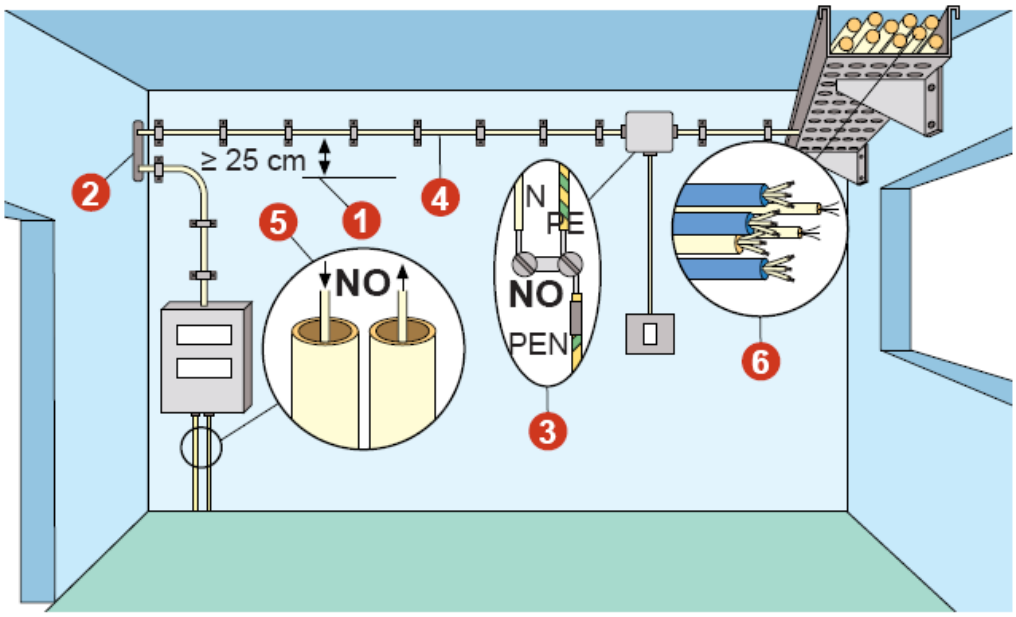


Figura 7.2 - Esempi di piani di installazione



1) I cavi di tipo ordinario (CEI 20-35) posati in vista devono essere distanziati dai cavi vicini non meno di 25 cm.
2) I passaggi di pareti e solai che dividono compartimenti antincendio devono essere sigillati con materiali incombustibili.
3) Non è ammesso il PEN, cioè unire neutro e terra.
4) I tipi di condutture non propaganti l'incendio non hanno limitazioni salvo quelle del caso 6.
5) Nei tubi e nei condotti metallici devono sempre essere contenuti tutti i conduttori di un circuito per evitare riscaldamenti causati all'induzione elettromagnetica.
6) I cavi di tipo non propagante l'incendio (CEI 20-22) non devono essere raggruppati in modo tale da superare il quantitativo di isolante per metro stabilito dalla norma CEI 20-22.

Figura 7.3 – Esempio di dettagli d'installazione per evitare che le condutture siano causa di innesco e propagazione dell'incendio negli ambienti a maggior rischio

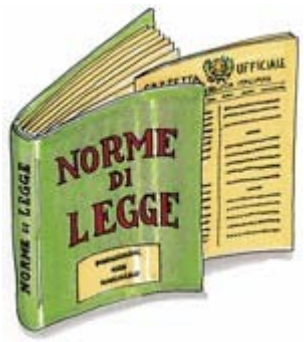
8. REALIZZAZIONE ED INSTALLAZIONE DEGLI IMPIANTI

8.1 Il committente o il proprietario dell'impianto

Il proprietario o il committente è responsabile delle condizioni degli impianti o della loro rispondenza alle disposizioni della legge; per questo, come previsto dall'art. 8 comma 1 del DM n. 37/2008, è tenuto ad affidare i lavori di installazione, di trasformazione, di ampliamento e di manutenzione straordinaria degli impianti ad imprese abilitate, che siano in possesso del certificato di riconoscimento dei requisiti tecnico-professionali rilasciato dalla Camera di Commercio.
Il proprietario dell'impianto deve adottare le misure necessarie per conservarne le caratteristiche di sicurezza previste dalla normativa vigente in materia, tenendo conto delle istruzioni per l'uso e la manutenzione predisposte dall'impresa installatrice dell'impianto e dei fabbricanti delle apparecchiature installate. Questo comporta l'obbligo per l'installatore di predisporre il libretto d'uso e manutenzione.
Per le nuove forniture di gas, energia elettrica, acqua, negli edifici di qualsiasi destinazione d'uso, il committente entro 30 giorni dall'allacciamento deve consegnare al distributore o al fornitore copia della DICO dell'impianto, esclusi i relativi allegati obbligatori, o copia della DIRI.
Per le utenze esistenti, la DICO o la DIRI deve essere consegnata solo in caso di aumento della potenza impegnata, se l'aumento consegue a interventi che impongono di per sé il rilascio della dichiarazione di conformità; oppure se l'aumento avviene nei rari casi in cui il decreto impone di redigere il progetto da parte di professionista per i nuovi interventi.
Al committente è previsto inoltre che, qualora non consegni la dichiarazione di conformità entro il limite di 30 giorni dall'allacciamento, gli venga sospesa la fornitura previo un congruo avviso.

8.2 Esecuzione degli impianti

Come previsto dall'art. 6 comma 1 del DM n. 37/2008 le imprese installatrici devono realizzare gli impianti secondo la regola dell'arte, in conformità alla normativa vigente e sono responsabili della corretta esecuzione degli stessi.



Gli impianti si considerano eseguiti a regola dell'arte se sono realizzati in conformità alla vigente normativa e alle norme dell'UNI, del CEI o di altri Enti di normalizzazione appartenenti agli Stati membri dell'Unione europea o che sono parti contraenti dell'accordo sullo spazio economico europeo.

Il DM n. 37/2008 ribadisce, inoltre, quanto già previsto dall'articolo 5 comma 6 del DPR n. 447/1991 ossia che gli impianti elettrici nelle unità immobiliari ad uso abitativo realizzati prima del 13 marzo 1990 (data di entrata in vigore della legge n. 46/1090) si considerano adeguati se dotati di:

- sezionamento e protezione contro le sovracorrenti posti all'origine dell'impianto;
- protezione contro i contatti diretti;
- protezione contro i contatti indiretti o protezione con interruttore differenziale avente corrente differenziale nominale non superiore a 30 mA.

Il DM n. 37/2008, a differenza di quanto previsto dalla legge n. 46/1990, non prevede alcun obbligo di adeguare i vecchi impianti, ma si limita ad affermare che risultano adeguati gli impianti che possiedono i requisiti sopra evidenziati.
L'impresa installatrice prima dell'inizio dei lavori per la costruzione o ristrutturazione dell'edificio contenente gli impianti previsti dal DM n. 37/2008, deve affiggere un cartello da cui risultino i propri dati identificativi e, se previsto la redazione del progetto da parte di un professionista, il nome del progettista dell'impianto o degli impianti.

8.3 Imprese abilitate

Le imprese, iscritte nel registro delle imprese o nell'Albo provinciale delle imprese artigiane sono abilitate, in base all'art. 3 comma 1 del DM n. 37/2008, all'esercizio delle attività di cui all'art. 1 del decreto stesso, se dispongono di un responsabile tecnico che può essere:

- l'imprenditore individuale;
- un legale rappresentante dell'impresa;
- una persona preposta con atto formale a tale incarico.

Il responsabile tecnico per essere abilitato deve avere dei precisi requisiti tecnico-professionali che sono uno dei seguenti:

a) diploma di laurea in materia tecnica specifica conseguito presso una università statale o legalmente riconosciuta;
b) diploma o qualifica conseguita al termine di scuola secondaria con specializzazione relativa al settore delle attività impiantistiche, seguiti da un periodo di inserimento, di almeno due anni continuativi, alle dirette dipendenze di una impresa del settore. Per gli impianti idrici e sanitari il periodo di inserimento è di un anno;
c) titolo o attestato di formazione professionale, previo un periodo di inserimento, di almeno quattro anni consecutivi, alle dirette dipendenze di una impresa del settore. Per gli impianti idrici e sanitari il periodo di inserimento è di due anni;
d) prestazione lavorativa svolta, alle dirette dipendenze di una impresa abilitata nel ramo di attività cui si riferisce la prestazione dell'operaio installatore per un periodo non inferiore a tre anni, escluso quello computato ai fini dell'apprendistato e quello

svolto come operaio qualificato, in qualità di operaio installatore con qualifica di specializzato nelle attività di installazione, di trasformazione, di ampliamento e di manutenzione degli impianti.

I periodi di inserimento e le prestazioni lavorative possono svolgersi anche in forma di collaborazione tecnica continuativa nell'ambito dell'impresa da parte del titolare, dei soci e dei collaboratori familiari. Si considerano in possesso dei requisiti tecnico-professionali, il titolare dell'impresa, i soci ed i collaboratori familiari che hanno svolto attività di collaborazione tecnica continuativa nell'ambito di imprese abilitate del settore per un periodo non inferiore a sei anni.
In base all'art. 3 comma 1 e 2 del DM n. 37/2008 la funzione di responsabile tecnico deve essere svolta per una sola impresa, e tale qualifica è incompatibile con ogni altra attività continuativa. Si ritiene che l'incompatibilità con ogni altra attività continuativa deve intendersi riferita ad attività di lavoro subordinato.
Le imprese non installatrici, che dispongono di uffici tecnici interni, sono autorizzate all'installazione, trasformazione, ampliamento e manutenzione degli impianti, relativi esclusivamente alle proprie strutture interne e nei limiti della tipologia di lavori per i quali il responsabile possiede i requisiti tecnico professionali.
Le imprese, alle quali sono stati riconosciuti i requisiti tecnico-professionali, hanno diritto ad un certificato di riconoscimento rilasciato dalla Camera di Commercio, al fine di comprovare l'abilitazione all'installazione del tipo di impianto.

8.4 Dichiarazione di conformità

Come previsto dall'art. 7 comma 1 del DM n. 37/2008 al termine dei lavori l'impresa installatrice deve rilasciare al committente la dichiarazione di conformità degli impianti realizzati.
Con tale dichiarazione l'installatore attesta di aver realizzato l'impianto in modo conforme alla regola d'arte avendo, in particolare:

- rispettato il progetto;
- seguito la normativa tecnica vigente;
- installato componenti e materiali idonei;
- controllato l'impianto ai fini della sicurezza e funzionalità.

Tale dichiarazione deve essere sottoscritta dal titolare dell'impresa installatrice e dal responsabile tecnico, sulla base del modello previsto dal nuovo decreto (figura 8.1), e completa degli allegati obbligatori, ovvero:

- progetto (redatto da professionista iscritto all'albo professionale);
- relazione contenente la tipologia dei materiali utilizzati;

- schema dell'impianto realizzato (progetto redatto dal responsabile tecnico dell'impresa installatrice inteso come descrizione funzionale ed effettiva dell'opera da eseguire);
- riferimento a dichiarazioni di conformità precedenti o parziali, già esistenti;
- copia del certificato di riconoscimento dei requisiti tecnico-professionali (rilasciato dalla Camera di Commercio).

Il DM n. 37/2008 prevede inoltre che l'impresa installatrice deve rilasciare al committente il libretto contenente le istruzioni per l'uso e la manutenzione, al fine di consentire al proprietario di eseguire le misure necessarie per conservare le caratteristiche di sicurezza dell'impianto.
In caso di rifacimento parziale di impianti, il progetto, la dichiarazione di conformità, e l'attestazione di collaudo ove previsto, si devono riferire alla sola parte degli impianti oggetto dell'opera di rifacimento, ma devono tenere conto della sicurezza e funzionalità dell'intero impianto. Nella dichiarazione di conformità deve essere espressamente indicata la compatibilità tecnica con le condizioni preesistenti dell'impianto.
La dichiarazione di conformità deve essere rilasciata anche dagli uffici tecnici interni delle imprese non installatrici, secondo il modello previsto dal nuovo decreto, figura 8.2.
Per l'installazione di un nuovo impianto o di rifacimento di un vecchio impianto, in locali che hanno già l'abitabilità, l'impresa installatrice deve depositare una copia della dichiarazione di conformità anche presso lo Sportello Unico per l'edilizia del Comune in cui si trova l'impianto, entro trenta giorni dalla conclusione dei lavori. Nei casi in cui non sia ancora stato istituito lo sportello unico per l'edilizia, si consiglia di consegnare la DICO all'ufficio edilizia o all'ufficio protocollo del Comune, eventualmente anche tramite raccomandata A/R.
Copia di tale dichiarazione sarà poi trasmessa dallo Sportello Unico alla Camera di Commercio nella cui circoscrizione ha sede l'impresa installatrice, per i controlli di competenza.
La DICO è necessaria nei seguenti casi:

- per ottenere l'agibilità dei locali dal Comune;
- per la consegna al distributore o venditore di energia entro trenta giorni dall'allacciamento di una nuova fornitura di energia elettrica; in caso contrario, il distributore sospende la fornitura dopo congruo avviso;
- per la presentazione al distributore o venditore per richiedere un qualsiasi aumento di potenza impegnata a seguito di interventi sull'impianto, o di un aumento di potenza che senza interventi sull'impianto determina il raggiungimento dei livelli di potenza impegnata di cui all'articolo 5, comma 2 del DM n. 37/2008 o comunque, per gli impianti elettrici, la potenza di 6 kW o superiore.
- per la presentazione all'Azienda USL e all'ISPESL, in caso di luoghi di lavoro, ai fini della denuncia dell'impianto di terra, dell'impianto di protezione contro le scariche

atmosferiche e dell'impianto elettrico nelle zone con pericolo di esplosione, ai sensi del DPR n. 462/2001.

8.5 Dichiarazione di rispondenza

Una delle novità apportate dal nuovo decreto è certamente l'introduzione della dichiarazione di rispondenza (DIRI), prevista dall'art. 7 comma 6 del DM n. 37/2008, per gli impianti costruiti antecedentemente all'entrata in vigore del decreto stesso, per i quali la DICO non sia più reperibile ovvero non sia mai stata prodotta.
In base a quanto disposto dal nuovo decreto si possono determinare le seguenti possibilità:

- impianti realizzati prima del 13/3/1990 (data di entrata in vigore della legge n. 46/1990), certificazione dei requisiti minimi di sicurezza mediante emissione della DIRI. In questo caso la DIRI sostituisce di fatto l'atto notorio previsto dall'art. 6 del DPR n. 392/1994;
- impianti realizzati dopo il 13/3/1990 e prima del 27/3/2008 (data di entrata in vigore del DM n. 37/2008) la conformità alle norme di sicurezza degli impianti è certificata dalla DICO ovvero, in difetto di questa, dalla DIRI.

Per gli impianti i cui limiti dimensionali richiedono la redazione del progetto da parte di un professionista iscritto all'albo professionale, la DIRI deve essere redatta a firma di un professionista con almeno cinque anni di esperienza, previo accertamento delle reali condizioni in cui si trova l'impianto.
Negli gli altri casi la DIRI può anche essere resa dal responsabile tecnico di un'impresa installatrice abilitata, purché sia in possesso di un'esperienza professionale operante nel settore dell'impiantistica non inferiore a cinque anni.
Il nuovo decreto non indica a quale norma deve essere rispondente l'impianto per il quale viene emessa la DIRI, né mette a disposizione un modulo per emettere tale dichiarazione. Al riguardo viene proposto un fac-simile di DIRI, figura 8.3.
La DIRI, oltre a quanto sopra detto, serve anche nei casi di allacciamento di nuova fornitura o di aumento di potenza impegnata come già visto per la DICO nel paragrafo 8.4.

ALLEGATO I
(DI CUI ALL'ART. 7)

DICHIARAZIONE DI CONFORMITA' DELL'IMPIANTO ALLA REGOLA DELL'ARTE

Il sottoscritto .....
titolare o legale rappresentante dell'impresa (ragione sociale) .....
operante nel settore ..... con sede in via .....
..... n. ..... comune ..... (prov. .....) tel. .....
part. IVA .....
☐ iscritta nel registro delle imprese (d.P.R. 7/12/1995, n. 581)
della Camera C.I.A.A. di ..... n. .....
☐ iscritta all'albo Provinciale delle imprese artigiane (l. 8/8/1985, n. 443) di ..... n. .....
esecutrice dell'impianto (descrizione schematica) .....
.....
inteso come: ☐ nuovo impianto ☐ trasformazione ☐ ampliamento ☐manutenzione straordinaria
☐ altro (1).....

Nota - Per gli impianti a gas specificare il tipo di gas distribuito: canalizzato della 1ª - 2ª - 3ª famiglia; GPL da recipienti mobili; GPL da serbatoio fisso. Per gli impianti elettrici specificare la potenza massima impegnabile.

commissionato da: ..... installato nei locali siti nel comune di
..... (prov. .....) via ..... n. ..... scala .....
piano ..... interno ..... di proprietà di (nome, cognome o ragione sociale e indirizzo) .....
.....
in edificio adibito ad uso: ☐ industriale ☐ civile ☐ commercio ☐ altri usi;

DICHIARA

sotto la propria personale responsabilità, che l'impianto è stato realizzato in modo conforme alla regola dell'arte, secondo quanto previsto dall'art. 6, tenuto conto delle condizioni di esercizio e degli usi a cui è destinato l'edificio, avendo in particolare:
☐ rispettato il progetto redatto ai sensi dell'art. 5 da (2) .....;
☐ seguito la norma tecnica applicabile all'impiego (3) .....;
.....;
☐ installato componenti e materiali adatti al luogo di installazione (artt. 5 e 6);
☐ controllato l'impianto ai fini della sicurezza e della funzionalità con esito positivo, avendo eseguito le verifiche richieste dalle norme e dalle disposizioni di legge.

Allegati obbligatori:
☐ progetto ai sensi degli articoli 5 e 7 (4);
☐ relazione con tipologie dei materiali utilizzati (5);
☐ schema di impianto realizzato (6);
☐ riferimento a dichiarazioni di conformità precedenti o parziali, già esistenti (7);
☐ copia del certificato di riconoscimento dei requisiti tecnico-professionali.

Allegati facoltativi (8):
.....
.....

DECLINA

ogni responsabilità per sinistri a persone o a cose derivanti da manomissione dell'impianto da parte di terzi ovvero da carenze di manutenzione o riparazione.

	Il responsabile tecnico	Il dichiarante
data	.....	.....
	(timbro e firma)	(timbro e firma)

AVVERTENZE PER IL COMMITTENTE: responsabilità del committente o del proprietario, art. 8 (9)

Legenda:

1) Come esempio nel caso di impianti a gas, con "altro" si può intendere la sostituzione di un apparecchio installato in modo fisso.

2) Indicare: nome, cognome, qualifica e, quando ne ricorra l'obbligo ai sensi dell'articolo 5, comma 2, estremi di iscrizione nel relativo Albo professionale, del tecnico che ha redatto il progetto.

3) Citare la o le norme tecniche e di legge, distinguendo tra quelle riferite alla progettazione, all'esecuzione e alle verifiche.

4) Qualora l'impianto eseguito su progetto sia variato in opera, il progetto presentato alla fine dei lavori deve comprendere le varianti realizzate in corso d'opera.
Fa parte del progetto la citazione della pratica prevenzione incendi (ove richiesta).

5) La relazione deve contenere, per i prodotti soggetti a norme, la dichiarazione di rispondenza alle stesse completata, ove esistente, con riferimenti a marchi, certificati di prova, ecc. rilasciati da istituti autorizzati.
Per gli altri prodotti (da elencare) il firmatario deve dichiarare che trattasi di materiali, prodotti e componenti conformi a quanto previsto dagli articoli 5 e 6. La relazione deve dichiarare l'idoneità rispetto all'ambiente di installazione.
Quando rilevante ai fini del buon funzionamento dell'impianto, si devono fornire indicazioni sul numero e caratteristiche degli apparecchi installati od installabili (ad esempio per il gas: 1) numero, tipo e potenza degli apparecchi; 2) caratteristiche dei componenti il sistema di ventilazione dei locali; 3) caratteristiche del sistema di scarico dei prodotti della combustione: 4) indicazioni sul collegamento elettrico degli apparecchi, ove previsto).

6) Per schema dell'impianto realizzato si intende la descrizione dell'opera come eseguita (si fa semplice rinvio al progetto quando questo è stato redatto da un professionista abilitato e non sono state apportate varianti in corso d'opera).
Nel caso di trasformazione, ampliamento e manutenzione straordinaria, l'intervento deve essere inquadrato, se possibile, nello schema dell'impianto preesistente.
Lo schema citerà la pratica prevenzione incendi (ove richiesto).

7) I riferimenti sono costituiti dal nome dell'impresa esecutrice e dalla data della dichiarazione.
Per gli impianti o parti di impianti costruiti prima dell'entrata in vigore del presente decreto, il riferimento a dichiarazioni di conformità può essere sostituito dal rinvio a dichiarazioni di rispondenza (art. 7, comma 6).
Nel caso che parte dell'impianto sia predisposto da altra impresa (ad esempio ventilazione e scarico fumi negli impianti a gas), la dichiarazione deve riportare gli analoghi riferimenti per dette parti.

8) Esempio: eventuali certificati dei risultati delle verifiche eseguite sull'impianto prima della messa in esercizio o trattamenti per pulizia, disinfezione, ecc.

9) Al termine dei lavori l'impresa installatrice è tenuta a rilasciare al committente la dichiarazione di conformità degli impianti nel rispetto delle norme di cui all'art. 7.
Il committente o il proprietario è tenuto ad affidare i lavori di installazione, di trasformazione, di ampliamento e di manutenzione degli impianti di cui all'art. 1 ad imprese abilitate ai sensi dell'art. 3.

Figura 8.1 – Modello ministeriale di dichiarazione di conformità per le imprese installatrici

ALLEGATO II
(DI CUI ALL'ART. 7)

DICHIARAZIONE DI CONFORMITA' DELL'IMPIANTO ALLA REGOLA DELL'ARTE
Fac-simile ad uso degli uffici tecnici interni di imprese non installatrici

Il sottoscritto .....
qualifica .....
responsabile dell'Ufficio tecnico interno dell'impresa non installatrice (ragione sociale) .....
.....
operante nel settore ..... con sede in via .....
..... n. ..... comune ..... (prov. .....) tel. .....
fax ..... E-mail box .....@.....
esecutrice dell'impianto (descrizione schematica) .....
.....
inteso come: ☐ nuovo impianto ☐ trasformazione ☐ ampliamento ☐manutenzione straordinaria
☐ altro (1) .....

Nota - Per gli impianti a gas specificare il tipo di gas distribuito: canalizzato della 1ª - 2ª - 3ª famiglia; GPL da recipienti mobili; GPL da serbatoio fisso. Per gli impianti elettrici specificare la potenza massima impegnabile.

installato nei locali siti nel comune di ..... (prov. .....)
via ..... n. ..... scala ..... piano ..... interno .....
di proprietà di (nome, cognome o ragione sociale e indirizzo) .....
.....
in edificio adibito dall'impresa non installatrice ad uso: ☐ industriale ☐ civile ☐ commerciale ☐ altri usi;

DICHIARA

sotto la propria personale responsabilità, che l'impianto è stato realizzato in modo conforme alla regola dell'arte, secondo quanto previsto dall'art. 6, tenuto conto delle condizioni di esercizio e degli usi a cui è destinato l'edificio, avendo in particolare:
☐ rispettato il progetto redatto ai sensi dell'art. 5 da (2) .....;
☐ seguito la norma tecnica applicabile all'impiego (3) .....
.....
☐ installato componenti e materiali adatti al luogo di installazione (artt. 5 e 6);
☐ controllato l'impianto ai fini della sicurezza e della funzionalità con esito positivo, avendo eseguito le verifiche richieste dalle norme e dalle disposizioni di legge.

Allegati obbligatori:
☐ progetto ai sensi degli articoli 5 e 7 (4);
☐ relazione con tipologie dei materiali utilizzati (5);
☐ schema di impianto realizzato (6);
☐ riferimento a dichiarazioni di conformità precedenti o parziali, già esistenti (7);

Allegati facoltativi (8):
.....
.....

DECLINA

ogni responsabilità per sinistri a persone o a cose derivanti da manomissione dell'impianto da parte di terzi ovvero da carenze di manutenzione o riparazione.

Il dichiarante

data ....
(timbro e firma)

Il legale rappresentante dell'impresa
.....
(timbro e firma)

Legenda:

1) Come esempio nel caso di impianti a gas, con "altro" si può intendere la sostituzione di un apparecchio installato in modo fisso.

2) Indicare: nome, cognome, qualifica e, quando ne ricorra l'obbligo ai sensi dell'articolo 5, comma 2, estremi di iscrizione nel relativo Albo professionale, del tecnico che ha redatto il progetto.

3) Citare la o le norme tecniche e di legge, distinguendo tra quelle riferite alla progettazione, all'esecuzione e alle verifiche.

4) Qualora l'impianto eseguito su progetto sia variato in opera, il progetto presentato alla fine dei lavori deve comprendere le varianti realizzate in corso d'opera.
Fa parte del progetto la citazione della pratica prevenzione incendi (ove richiesta).

5) La relazione deve contenere, per i prodotti soggetti a norme, la dichiarazione di rispondenza alle stesse completata, ove esistente, con riferimenti a marchi, certificati di prova, ecc. rilasciati da istituti autorizzati.
Per gli altri prodotti (da elencare) il firmatario deve dichiarare che trattasi di materiali, prodotti e componenti conformi a quanto previsto dagli articoli 5 e 6. La relazione deve dichiarare l'idoneità rispetto all'ambiente di installazione.
Quando rilevante ai fini del buon funzionamento dell'impianto, si devono fornire indicazioni sul numero e caratteristiche degli apparecchi installati od installabili (ad esempio per il gas: 1) numero, tipo e potenza degli apparecchi; 2) caratteristiche dei componenti il sistema di ventilazione dei locali; 3) caratteristiche del sistema di scarico dei prodotti della combustione: 4) indicazioni sul collegamento elettrico degli apparecchi, ove previsto).

6) Per schema dell'impianto realizzato si intende la descrizione dell'opera come eseguita (si fa semplice rinvio al progetto quando questo è stato redatto da un professionista abilitato e non sono state apportate varianti in corso d'opera).
Nel caso di trasformazione, ampliamento e manutenzione straordinaria, l'intervento deve essere inquadrato, se possibile, nello schema dell'impianto preesistente.
Lo schema citerà la pratica prevenzione incendi (ove richiesto).

7) I riferimenti sono costituiti dal nome dell'impresa esecutrice e dalla data della dichiarazione.
Per gli impianti o parti di impianti costruiti prima dell'entrata in vigore del presente decreto, il riferimento a dichiarazioni di conformità può essere sostituito dal rinvio a dichiarazioni di rispondenza (art. 7, comma 6).
Nel caso che parte dell'impianto sia predisposto da altra impresa (ad esempio ventilazione e scarico fumi negli impianti a gas), la dichiarazione deve riportare gli analoghi riferimenti per dette parti.

8) Esempio: eventuali certificati dei risultati delle verifiche eseguite sull'impianto prima della messa in esercizio o trattamenti per pulizia, disinfezione, ecc.

Figura 8.2 – Modello ministeriale di dichiarazione di conformità per le imprese non installatrici

DICHIARAZIONE DI RISPONDENZA DELL'IMPIANTO ALLA REGOLA DELL'ARTE
(Art. 7, comma 6 del DM 22 gennaio 2008, n. 37)

Il sottoscritto ..... in qualità di responsabile tecnico da almeno cinque anni di una impresa abilitata operante nel settore impiantistico a cui si riferisce la presente dichiarazione e attualmente responsabile tecnico dell'impresa installatrice,

(ragione sociale) .....

operante nel settore ..... con sede in via ..... n. .....

Comune ..... (prov. .....) tel. ..... part. IVA .....

□ iscritta al registro delle imprese (DPR 7/12/1995 n.581) della CCIAA di ..... n. .....

□ iscritta all'Albo Provinciale delle Imprese Artigiane (L. 8.8.1995 n. 433) di ..... n. .....

in esito a sopralluogo ed accertamenti dell'impianto

.....

realizzato indicativamente nell'anno |___|___|___|___|

installato nei locali siti nel Comune di ..... (prov. .....)

via ..... n. ..... scala ..... piano ..... interno .....

di proprietà di (nome, cognome, indirizzo)

.....

in edificio ad uso: □ industriale □ civile □ commercio □ altri usi a seguito della richiesta di:

.....

DICHIARA

sotto la propria personale responsabilità e per quanto materialmente verificabile, la rispondenza dell'impianto alla norma tecnica vigente all'epoca della costruzione, secondo quanto previsto dall'art. 7 del DM n. 37/2008, tenuto conto delle condizioni di esercizio e degli usi a cui è destinato l'edificio.

Allega, come documentazione facente parte integrante della presente dichiarazione:

- relazione di verifica impianto;
- altro .....

Allegati relativi al possesso dei requisiti:

- copia del certificato di riconoscimento dei requisiti tecnico-professionali.

DECLINA

ogni responsabilità per sinistri a persone o a cose successivi alla presente dichiarazione e derivanti da manomissione dell'impianto da parte di terzi ovvero da carenze di manutenzione o riparazione.

Data .....

Il dichiarante

(timbro e firma)

Avvertenze per il committente: il proprietario dell'impianto ha l'obbligo di mantenere la sicurezza e l'efficienza dell'impianto, tenendo conto delle istruzioni per l'uso e manutenzione fornite dall'installatore ed affidando i lavori esclusivamente ad imprese abilitate.

Il committente (firma per ricevuta) .....

Figura 8.3 – Fac-simile di modello di dichiarazione di rispondenza rilasciato dall'impresa installatrice

9. LE VERIFICHE

9.1 Tipologie ed enti preposti

La sesta edizione della Norma CEI 64-8, in vigore dal 2007, ha introdotto importanti modifiche alla Parte 6 riguardanti le prove e le verifiche.
Relativamente a queste ultime è opportuno, preliminarmente, precisare quali sono le tipologie di verifiche previste e chi le deve effettuare secondo la tabella 9.1, nonché elencare le verifiche rese obbligatorie dal DPR n. 462/2001 e la periodicità delle stesse come riportato nella tabella 9.2.
Il D.Lgs. n. 81/2008 ha ribadito che il datore di lavoro deve effettuare le verifiche previste dal DPR n. 462/2001 ed ha sottolineato l'obbligo di assoggettare gli impianti elettrici (per intero), e gli impianti di protezione dalle scariche atmosferiche, a controlli periodici secondo le indicazioni delle norme di buona tecnica e della normativa vigente.

Tabella 9.1 - Tipi di verifica ed enti preposti

Tipo di verifica	Ente preposto
Iniziale	Installatore (prima del rilascio della dichiarazione di conformità)
Omologazione	Installatore con dichiarazione di conformità[3]
Verifiche periodiche	Enti verificatori [4]
Verifiche straordinarie	Enti verificatori
A campione	ISPESL[5]

[3] luoghi con pericolo di esplosione l'omologazione è di competenza dell'ASL o dell'ARPA.

[4] Oltre ai verificatori pubblici vi sono, a partire dal 2001, organismi privati, abilitati dal Ministero per le attività produttive sulla base del DPR n. 462/2001.

[5] L'ISPESL può effettuare verifiche a campione, d'intesa con le singole regioni, esclusivamente su nuovi impianti e/o su quelli messi in servizio per la prima volta dopo il 23 gennaio 2002.

Tabella 9.2 - Verifiche periodiche previste dal DPR n. 462/2001

Tipo di impianto	Omologazione	Verifica a campione	Periodicità (anni)	Enti verificatori
Impianti di terra nei luoghi ordinari	Installatore (tramite la dichiarazione di conformità)	ISPESL	5	ASL/ARPA/ Organismo abilitato
Impianti di protezione contro le scariche atmosferiche negli ambienti ordinari	Installatore (tramite la dichiarazione di conformità)	ISPESL	5	ASL/ARPA/ Organismo abilitato
Impianti di terra nei cantieri edili, nei locali medici e negli ambienti a maggior rischio in caso d'incendio e con pericolo d'esplosione	Installatore (tramite la dichiarazione di conformità)	ISPESL	2	ASL/ARPA/ Organismo abilitato
Impianti di protezione contro le scariche atmosferiche nei cantieri edili, nei locali medici e negli ambienti a maggior rischio in caso d'incendio e con pericolo d'esplosione	Installatore (tramite la dichiarazione di conformità)	ISPESL	2	ASL/ARPA/ Organismo abilitato
Impianti elettrici nei luoghi con pericolo d'esplosione	ASL o ARPA	non previste	2	ASL/ARPA/ Organismo abilitato

9.2 Modalità di esecuzione

La corretta effettuazione di una verifica comprende quattro fasi:

1) esame della documentazione;
2) esame a vista;
3) effettuazione delle prove;
4) redazione della documentazione.

Per quanto riguarda il punto 1, la documentazione deve essere conforme a quanto richiesto dalla Guida CEI 0-2 "Guida per la definizione della documentazione di progetto degli impianti elettrici" e, in ogni caso, anche per impianti preesistenti alla data del 13/03/1990 e/o privi della dichiarazione di conformità, deve essere esibita la dichiarazione di rispondenza, come previsto dall'art. 7 del DM n. 37/2008.
La documentazione si ritiene corretta se contiene tutte le informazioni necessarie per la corretta identificazione e valutazione dell'impianto (planimetrie e schemi elettrici di massima, relazione tecnica, ecc.).
Sulla base della documentazione ricevuta, il verificatore procede sempre ad un esame a vista volto ad accertare la corretta scelta e installazione dei componenti elettrici, la conformità alle prescrizioni di sicurezza e delle relative norme, la corretta scelta e messa in opera dei componenti, nonché l'assenza di danneggiamenti che ne compromettono la sicurezza.

La fase di maggior rilevanza tecnica nel caso di una verifica si concretizza con l'esecuzione delle prove che, secondo l'art. 6.3.3 della norma CEI 64-8, consistono "nell'effettuazione di misure o di altre operazioni sull'impianto elettrico mediante le quali si accerta l'efficienza dello stesso". Il successivo art. 61.3.1 precisa poi, indicandone le modalità, quali sono le prove da eseguire (laddove applicabili), precisando altresì l'ordine di esecuzione; nello specifico:

- continuità dei conduttori;
- resistenza di isolamento dell'impianto elettrico;
- protezione mediante sistemi SELV e PELV o mediante separazione elettrica;
- resistenza dei pavimenti e delle pareti;
- protezione mediante interruzione automatica dell'alimentazione;
- protezione addizionale;
- prova di polarità;
- prova dell'ordine delle fasi;
- prove di funzionamento;
- caduta di tensione.

A conclusione della verifica dovrà essere redatto a cura del verificatore il rapporto di verifica.
Qualora l'impianto sia nuovo si tratterà di un rapporto di verifica iniziale nel quale verranno indicati l'oggetto della verifica, insieme con l'esito dell'esame a vista e dei risultati di prova. Nel rapporto verrà altresì precisato che eventuali difetti o omissioni rilevati durante la verifica dovranno essere eliminati prima della consegna dell'impianto da parte dell'installatore; il rapporto inoltre può contenere le opportune raccomandazioni per le riparazioni ed i miglioramenti.
Nel caso si tratti invece di una verifica periodica, deve essere redatto un rapporto periodico, da riportare su apposito registro, che includa i dettagli delle parti dell'impianto e delle limitazioni della verifica coperte dal rapporto, insieme con una registrazione dell'esame a vista, con l'elencazione di ogni difetto riscontrato, nonché i risultati delle prove. Anche in questo caso è opportuno che il rapporto contenga sia raccomandazioni per le riparazioni sia i miglioramenti ritenuti opportuni per rendere l'impianto in accordo con la norma.

GUIDA OPERATIVA PER LA SICUREZZA DEGLI IMPIANTI

IMPIANTI ELETTRICI

N. 2 - CANTIERI

INDICE

1 Generalità	3
2 Alimentazione	4
3 Condutture	6
4 Protezione contro i contatti diretti	9
5 Protezione contro i contatti indiretti	10
6 Protezione contro le sovracorrenti	11
7 Protezione differenziale	12
8 Protezioni in luoghi conduttori ristretti	12
9 Dispositivi di sezionamento, protezione e comando	13
10 Comando e arresto di emergenza	14
11 Presa a spina	14
12 Avvolgicavo e cordoni prolungatori	15
13 Quadri elettrici	16
14 Illuminazione di cantiere	21
15 Impianto di terra	22
16 Protezione contro i fulmini	26
17 Gestione dell’impianto elettrico	26

1 Generalità

Il cantiere è un luogo di lavoro molto particolare e le caratteristiche dell'impianto elettrico devono tenere conto del maggiore rischio elettrico: occorre infatti tenere presente le condizioni climatiche, variabili per tutta la durata del cantiere, il rischio di urti, la presenza di polveri ed acqua, la presenza più o meno elevata di persone, la presenza di eventuali ambienti a maggior rischio in caso d'incendio o con pericolo di esplosione.
La provvisorietà e la continua evoluzione tipica della struttura, che induce spesso a trascurare i problemi legati alla sicurezza, alle condizioni ambientali gravose e alla presenza di persone poco consapevoli del rischio elettrico rendono, come purtroppo confermano le statistiche sugli infortuni sul lavoro, particolarmente pericoloso questo ambiente di lavoro.
L’impianto elettrico di cantiere è l’insieme dei componenti elettrici, ubicati all’interno del recinto di cantiere, tra loro elettricamente associati in modo da rendere disponibile l’energia elettrica a tutti gli apparecchi utilizzatori del cantiere. L’impianto ha in genere una vita breve, appare con l'inizio dei lavori e scompare quando questi sono terminati con il recupero, per un successivo riutilizzo, di gran parte degli impianti e delle attrezzature.
La funzionalità e la consistenza dell'impianto elettrico sono funzione della durata e delle dimensioni del cantiere e pur non essendo richiesto dal DM n. 37/2008 nessun tipo di progetto, è sempre consigliabile, almeno per i cantieri di dimensioni considerevoli, approntare una documentazione completa (schemi dei quadri, dimensionamento protezione e posa delle condutture, misure di protezione dai contatti diretti e indiretti e schema dell'impianto di terra) delle principali caratteristiche dell'impianto.
L’impianto elettrico di cantiere deve essere realizzato nel rispetto delle Norme CEI, in particolare deve rispondere alla Norma CEI 64-8/7, alla Guida CEI 64-17, nonché alle prescrizioni delle Norme CEI applicabili ai singoli componenti dell’impianto. A riguardo si precisa che non va solo considerata la conformità dei singoli componenti alle Norme vigenti ma anche la loro idoneità al tipo alle condizioni di servizio e al loro stato di manutenzione.
Gli impianti elettrici da cantieri sono soggetti alle prescrizioni riportate nella sezione 704 della Norma CEI 64-8, e si applicano sia agli impianti fissi sia agli impianti movibili o trasportabili ad esclusione degli apparecchi utilizzatori, e si riferiscono ad impianti temporanei destinati a:

- lavori di costruzione nuovi edifici;
- lavori di riparazione, trasformazione, ampliamento o demolizione di edifici esistenti;
- costruzione di strade, viadotti, parchi, canali, teleferiche, ecc.;
- lavori di movimentazione o escavazione di inerti, pietre e ghiaie;

- interventi di manutenzione in banchina e di costruzione navale.

Nei cantieri gli impianti fissi sono limitati alle apparecchiature che comprendono gli apparecchi di comando, di protezione e di sezionamento principali. Gli impianti a valle sono considerati come impianti movibili o trasportabili.
Agli impianti elettrici dei locali di servizio di un cantiere quali uffici, spogliatoi, sale riunione, spacci, ristoranti, mense, dormitori, servizi igienici, officine meccaniche ecc.; si applicano le norme generali delle Parti da 1 a 6 della Norma CEI 64-8.
L'impianto di cantiere trae origine dal punto di allacciamento della linea di alimentazione del quadro generale di cantiere. Questo coincide con il punto di fornitura o, nei casi in cui l'alimentazione è derivata da un impianto esistente, con i morsetti dell'interruttore immediatamente a monte della linea di cantiere.

2 Alimentazione

L'impianto elettrico di cantiere può essere alimentato secondo varie modalità, sulla base in particolare dei carichi prevedibili e delle misure di protezione, soprattutto contro i contatti indiretti e contro le sovracorrenti.
Esso può essere alimentato sia da una rete di alimentazione a bassa tensione (sistema di I° categoria) o in alta tensione (sistema di II° categoria), sia mediante autoproduzione con gruppi elettrogeni o nei casi di piccoli cantieri l'alimentazione può avvenire direttamente dall'impianto esistente.
L'alimentazione viene inoltre definita in funzione del sistema di conduttori attivi (monofase o trifase) e del modo di collegamento a terra.

Alimentazione da rete pubblica a bassa tensione

Nella maggior parte dei cantieri l'alimentazione è fornita direttamente in bassa tensione dall'ente distributore con sistema TT per potenza fino a 50÷75 kW, figura 2.1):

- monofase (fase-neutro) 230 V, 50 Hz, oppure
- trifase con neutro 230/400 V, 50 Hz

Il tipo di sistema determina il modo di collegamento a terra che prevede, come in questo caso, le masse dell'impianto di cantiere collegate ad un impianto di terra elettricamente indipendente da quello della rete pubblica di alimentazione.

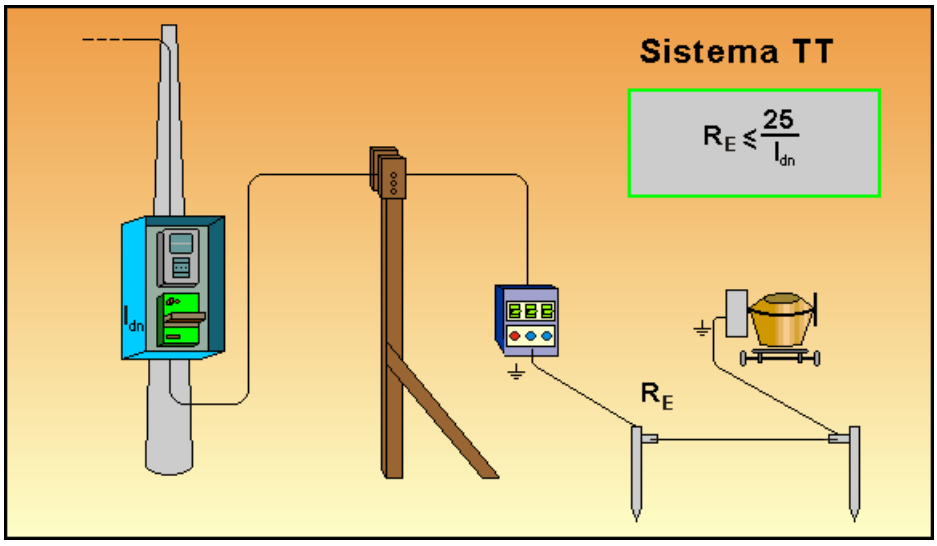


Figura 2.1 – Alimentazione da rete pubblica (sistema TT)

Alimentazione da rete pubblica in media tensione

Nel caso di cantieri di grandi dimensioni può essere necessario alimentare l'impianto elettrico in media tensione mediante una propria cabina di trasformazione; in questo caso il collegamento a terra viene effettuato secondo il sistema TN-S, che prevede un impianto di terra unico in modo che le masse dell'impianto di cantiere siano collegate, per mezzo di un conduttore di protezione, all'impianto di terra della cabina di trasformazione, figura 2.2

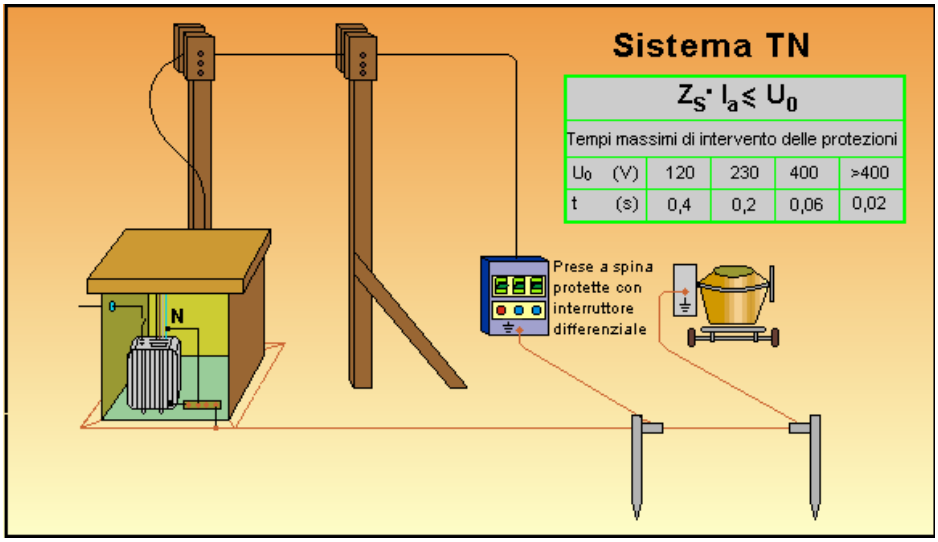

Sistema TN
$Z_S \cdot I_a \leq U_0$
Tempi massimi di intervento delle protezioni
U_0 (V) 120 230 400 >400
t (s) 0,4 0,2 0,06 0,02
N
Prese a spina protette con interruttore differenziale

Figura 2.2 – Alimentazione da propria cabina di trasformazione con sistema TN

Alimentazione mediante gruppi elettrogeni

L'impianto elettrico di cantiere può essere alimentato da gruppo elettrogeno nei casi di zone non servite dal distributore pubblico, figura 2.3.
Per potenze medie o elevate, i gruppi elettrogeni trifase rendono disponibile il centro stella ed il relativo collegamento a terra viene in genere effettuato secondo i sistemi TN-S, come previsto per le cabine di trasformazione. Se i gruppi elettrogeni sono di potenza limitata, (in genere monofase) e alimentano un solo apparecchio utilizzatore, la protezione contro i contatti indiretti può essere ottenuta mediante separazione elettrica, cioè senza realizzare alcun collegamento intenzionale a terra delle masse.

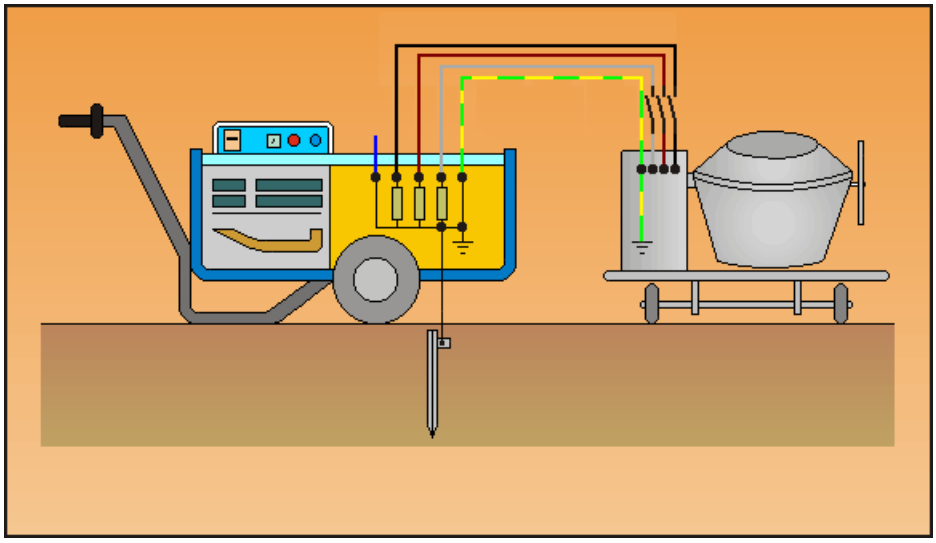


Figura 2.3 – Alimentazione tramite gruppo elettrogeno

3 Condutture

La scelta delle condutture di cantiere deve essere effettuata, come del resto per tutti gli impianti tradizionali, a partire dalla modalità di posa tenendo presenti però le caratteristiche ambientali tipiche dei cantieri.
Il tipo di posa determina a quali sollecitazioni può andare incontro un cavo elettrico e quindi la corretta posa del cavo è fondamentale per evitarne il danneggiamento, è pertanto opportuno attenersi alle indicazioni date dal fabbricante sulle modalità di impiego del cavo stesso.
I fattori più importanti che possono danneggiare il cavo nella fase di posa sono la temperatura, il raggio di curvatura, le abrasioni e l'ancoraggio ai sostegni; quindi durante la posa di un cavo si devono usare precauzioni per evitare il danneggiamento della guaina, dell'isolante e del conduttore, che potrebbero compromettere il suo successivo funzionamento.

Tabella 3.1 - Tipologie di posa generalmente usate nei cantieri

		Posa fissa				Posa mobile
		Tubi protettivi e canali	Passerelle e funi	Interrato		
				Tubi protettivi	Con protezione meccanica	
Modalità di posa		3,34	11,12,13,17,34	61	63	
Tipo	Tensioni					
H07V-K	450/750V	SI	NO	NO	NO	NO
H07BQ-F	450/750V	SI	SI	NO	NO	SI
H07RN-F	450/750V	SI	SI	NO	NO	SI
FG7OR	0,6/1 kV	SI	SI	SI	SI	NO

Il tipo di posa scelto non deve essere di intralcio alle persone o ai mezzi di trasporto (anche per evitare danneggiamenti ai cavi stessi), i cavi devono essere opportunamente protetti meccanicamente contro i danneggiamenti e devono essere facilmente individuabili e rimovibili quando il cantiere sarà smantellato.
Nella scelta della tipologia di posa devono essere valutati essenzialmente gli aspetti delle esigenze di sicurezza, di funzionalità, di economicità, di possibilità di recupero e di eventuali spostamenti nel corso dei lavori di cantiere.
Tra le varie modalità di pose previste dalle norme CEI quella che maggiormente viene utilizzata, proprio per la sua economicità e versatilità nell'impiego in cantiere, è la posa aerea senza fune portante, figura 3.1.
I cavi su posa aerea all’interno del cantiere devono essere disposti, per quanto possibile, lungo la recinzione, in modo da non intralciare la circolazione dei mezzi e da non essere sottoposti ad urti meccanici. Il punto critico per questo tipo di posa sono gli ancoraggi che devono essere affidabili e fermare saldamente il cavo senza però danneggiarne la guaina esterna, di conseguenza è vietato sostenere i cavi a mezzo di legature in filo di ferro.
Devono invece essere sostenuti mediante selle in legno o di altro materiale, prive di spigoli o di altri elementi taglienti e aventi un raggio di curvatura adeguato ad evitare lo schiacciamento del cavo sulla sella a causa del proprio peso.

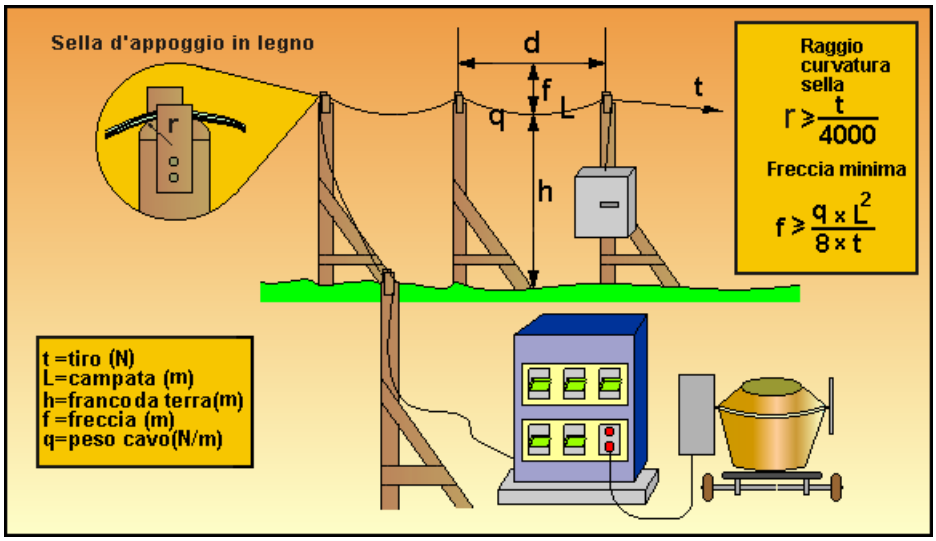


Figura 3.1 – Posa aerea su palo senza fune di sostegno

Quando un cavo non è autoportante e viene sospeso a funi metalliche, è bene che le fasciature siano tali da non danneggiare il cavo e disposte almeno ogni due metri.
Nella figura 3.2 sono riportati alcuni esempi di posa fissa e mobile delle condutture in cantiere.

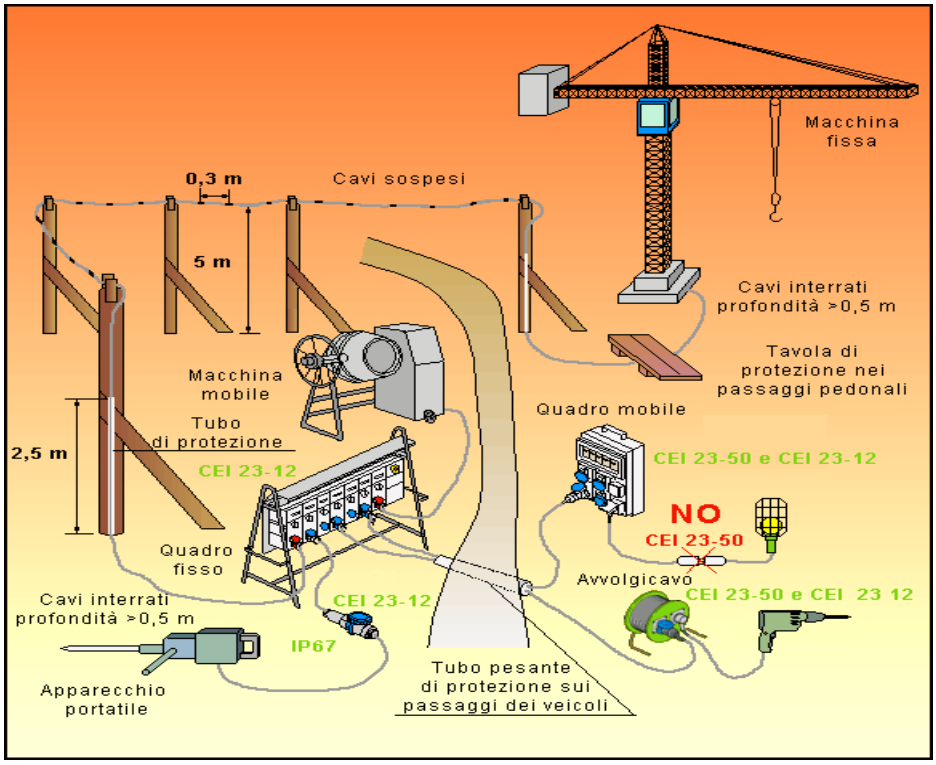


Figura 3.2 - Esempi di posa delle condutture

4 Protezione contro i contatti diretti

Le misure di protezione contro i contatti diretti possono essere ottenute tramite isolamento delle parti attive o mediante involucri e barriere.
La misura di protezione mediante ostacoli o mediante distanziamento non è ammessa nei cantieri di costruzione, come previsto dagli artt. 704.412.3 e 704.412.4 della Norma CEI 64-8 sesta edizione 2007.
I lavori in prossimità di linee elettriche aeree non protette non sono ammessi a distanze inferiori ai limiti indicati nella figura 4.1, salvo che vengano adottate disposizioni organizzative e procedurali idonee a proteggere i lavoratori dai conseguenti rischi, come previsto dall'art. 83 del D.Lgs. n. 81/2008.
Considerato che i cantieri sono allestiti generalmente all'aperto, l'art. 117 del D.Lgs. n. 81/2008 consente di eseguire lavori in prossimità di linee elettriche aeree non protette anche ad una distanza inferiore a quella prevista (figura 4.2), fermo restando l'obbligo delle norme di buona tecnica si provveda a rispettare almeno una delle seguenti precauzioni:

a) mettere fuori tensione ed in sicurezza le parti attive per tutta la durata dei lavori;
b) posizionare ostacoli rigidi che impediscano l'avvicinamento alle parti attive;
c) tenere in permanenza, persone, macchine operatrici, apparecchi di sollevamento, ponteggi ed ogni altra attrezzatura a distanza di sicurezza.

La distanza di sicurezza deve essere tale che non possano avvenire contatti diretti o scariche pericolose per le persone tenendo conto del tipo di lavoro, delle attrezzature usate, del massimo ingombro del carico sospeso, del possibile movimento oscillatorio del carico nel corso della normale lavorazione e delle tensioni presenti.

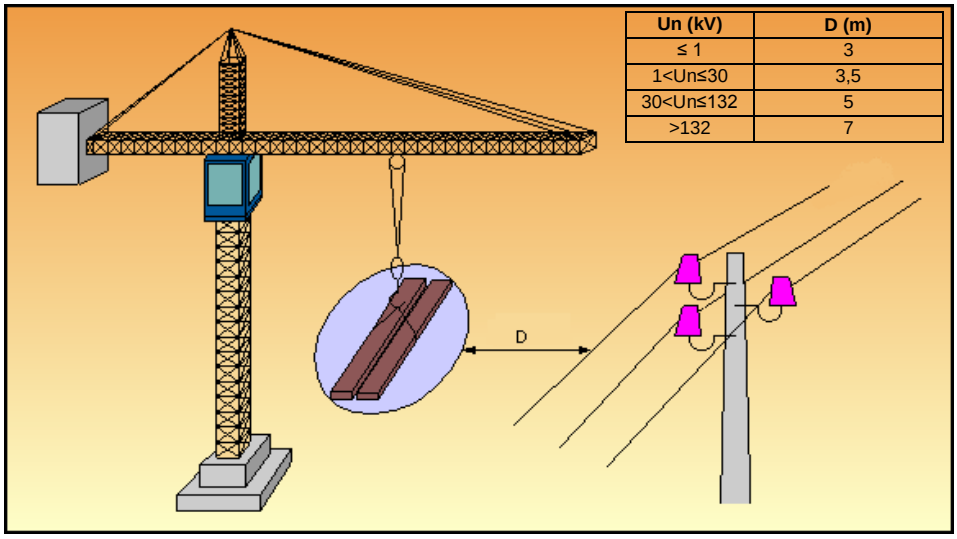


Figura 4.1 - Distanza minima da linee elettriche aeree non protette (Tab. 1 allegato IX D.Lgs. n. 81/2008)

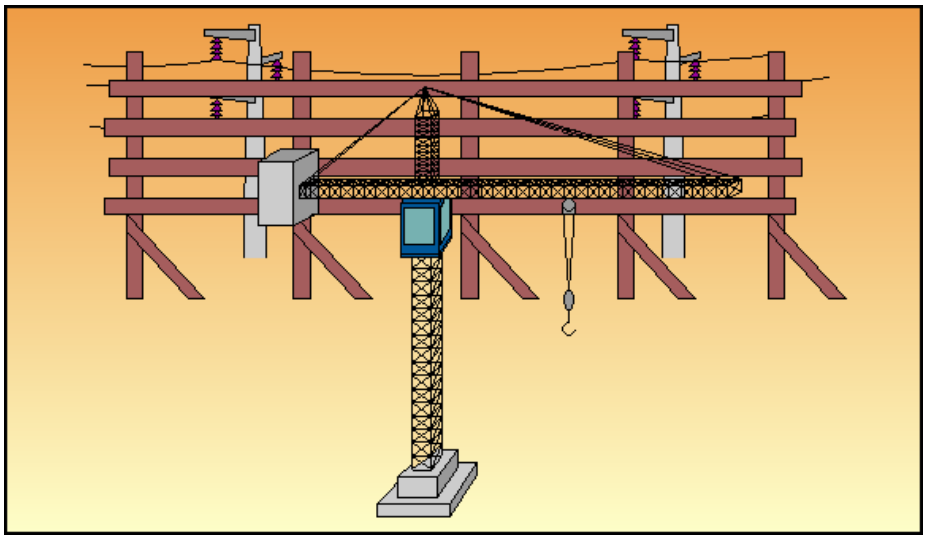
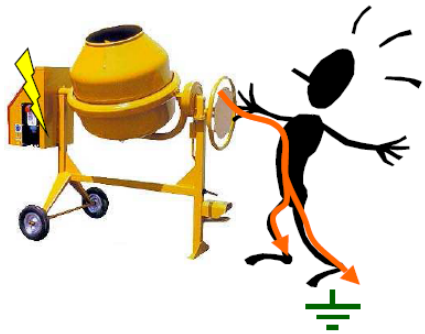


Figura 4.2 – Esempio di protezione nei confronti di una linea elettrica aerea non protetta in media tensione

5 Protezione contro i contatti indiretti



Per proteggere le persone nei confronti dei rischi da contatti indiretti possono essere utilizzate tre differenti tipologie di protezione.

Protezione mediante l'interruzione automatica dell'alimentazione

Nella protezione contro i contatti indiretti mediante interruzione automatica dell'alimentazione, la tensione di contatto limite convenzionale U_L deve essere limitata a 25 V c.a. o a 60 V c.c. non ondulata e si applicano le prescrizioni specificate in 481.3.1.1 della Norma CEI 64-8.
È opportuno ricordare che il rispetto di tali valori può essere ottenuto:

- in un sistema TT, solo mediante l'utilizzo di dispositivi differenziali;
- in un sistema TN anche con l'impiego del solo interruttore magnetotermico, previa verifica dell'impedenza dell'anello di guasto e del tempo di intervento della protezione, che non deve essere superiore a 5 s (circuiti di distribuzione o circuiti terminali che alimentano solo apparecchi fissi) o a 0,2 s (circuiti terminali che alimentano anche apparecchi non fissi a tensione 230 V verso terra). L'impiego di un dispositivo differenziale nei sistemi TN è comunque garanzia di maggiore sicurezza.

Protezione mediante componenti elettrici di Classe II o con isolamento equivalente

Questa soluzione è generalmente impiegata nella costruzione degli apparecchi utilizzatori; nei cantieri tale protezione può essere utilizzata per utensili portatili. Bisogna fare attenzione che questi apparecchi siano idonei per l'uso in luoghi soggetti a spruzzi d'acqua (IPX4).

Protezione per separazione elettrica

Nella protezione per separazione elettrica la sorgente di alimentazione del circuito deve essere un trasformatore di isolamento o una sorgente con caratteristiche di sicurezza equivalente a quella del trasformatore di isolamento (ad esempio un piccolo gruppo elettrogeno). Se vengono alimentati più apparecchi utilizzatori le loro masse devono essere collegate con un conduttore equipotenziale.
Questa protezione può essere applicata a circuiti con prese a spina solo se ciascun apparecchio utilizzatore è alimentato da un trasformatore di isolamento separato o da un avvolgimento secondario separato del trasformatore (per ogni avvolgimento secondario un solo utilizzatore).

6 Protezione contro le sovracorrenti

La protezione dalle sovracorrenti si realizza impiegando interruttori automatici magnetotermici o fusibili. Le condizioni di pericolosità che si possono verificare sono il sovraccarico ed il cortocircuito.
Il sovraccarico si realizza quando la corrente assorbita in un impianto è superiore a quella sopportabile dal cavo nel quale transita. Questo fenomeno deve essere interrotto in tempi brevi per evitare il rapido deterioramento dell'isolante del cavo.
Il cortocircuito si verifica quando due o più fasi (o neutro/terra) vengono incidentalmente in contatto tra loro. In questo caso le correnti in gioco possono assumere valori estremamente elevati e devono essere interrotte in tempi brevissimi.
Nei cantieri non è ammesso utilizzare come protezione contro i cortocircuiti, dalla linea di alimentazione al quadro generale, l'interruttore limitatore del distributore. Deve essere previsto, all'origine dell'impianto, un quadro che comprenda i dispositivi di protezione principali.
Il dispositivo di protezione contro le sovracorrenti deve avere caratteristica idonea alle condutture da lui protette e nello stesso tempo consentire l'avviamento di motori con corrente di spunto elevata. In quest'ultimo caso è consigliabile l'uso di interruttori con soglia di intervento magnetico da 10 a 20 volte la loro corrente nominale.

Protezione contro i sovraccarichi

Ogni circuito deve essere protetto contro i sovraccarichi con dispositivo incorporato nei quadri ASC. Tuttavia l'art. 473.1.4 della norma CEI 64-8 raccomanda di omettere la

protezione contro i sovraccarichi nei circuiti che alimentano apparecchi utilizzatori in cui l'apertura intempestiva del circuito potrebbe essere causa di pericolo.

Protezione contro il cortocircuito

Il dispositivo di protezione deve avere un potere di interruzione almeno uguale alle corrente di cortocircuito presunta nel punto di consegna dell'energia elettrica, se non viene calcolato per il punto di installazione.

7 Protezione differenziale

Qualunque siano le misure di protezione prese, in relazione al sistema di neutro utilizzato, è opportuno tenere conto delle maggiori situazioni di pericolo che si possono presentare in un cantiere edile:

- contatto diretto a seguito del guasto di isolamento di un conduttore che non comporta l'interruzione automatica dell'alimentazione (danneggiamento meccanico senza cortocircuito);
- contatto diretto per la rottura dell'involucro degli apparecchi utilizzatori portatili o per negligenza del personale;
- contatto indiretto causato dal guasto di isolamento di un apparecchio di classe I con massa non collegata a terra o per interruzione della continuità del conduttore di protezione.

In questi casi il dispositivo differenziale è da intendere come protezione addizionale.
Qualora si utilizzi come interruttore generale un dispositivo privo di sganciatori contro le sovracorrenti e con la sola protezione differenziale (differenziale puro), tale interruttore deve essere protetto con uno o più dispositivi di protezione contro le sovracorrenti posti a monte o con tutti i dispositivi di protezione contro le sovracorrenti posti immediatamente a valle dello stesso.

8 Protezioni in luoghi conduttori ristretti

Per luoghi conduttori ristretti si intendono quei luoghi limitati essenzialmente da superfici metalliche o comunque conduttrici nel quale è probabile che una persona possa venire in contatto con tali superfici attraverso un ampia parte del suo corpo, ed è limitata la possibilità di interrompere tale contatto.
Esempi di luoghi conduttori ristretti presenti nei cantieri sono piccole cisterne metalliche, interno di tubazioni metalliche, cunicoli umidi, scavi ristretti nel terreno e tralicci, figura 8.1. Non si considerano luoghi conduttori ristretti i piani di lavoro sui ponteggi metallici.

Il luogo conduttore ristretto può essere applicabile anche a situazioni in cui l'operatore è in ambiente ampio ma a stretto contatto, su larga parte del corpo, con superfici conduttrici, per esempio lavori con cinture di sicurezza su strutture metalliche.
Gli utensili portatili e gli apparecchi di misura trasportabili o mobili utilizzati in questi luoghi, devono essere alimentati a bassissima tensione di sicurezza (SELV) o devono essere protetti per separazione elettrica.
Per le lampade portatili è ammessa solo la alimentazione a bassissima tensione di sicurezza (SELV).
Sia il trasformatore di isolamento che il trasformatore di sicurezza dei sistemi SELV debbono essere tenuti all'esterno del luogo conduttore ristretto.

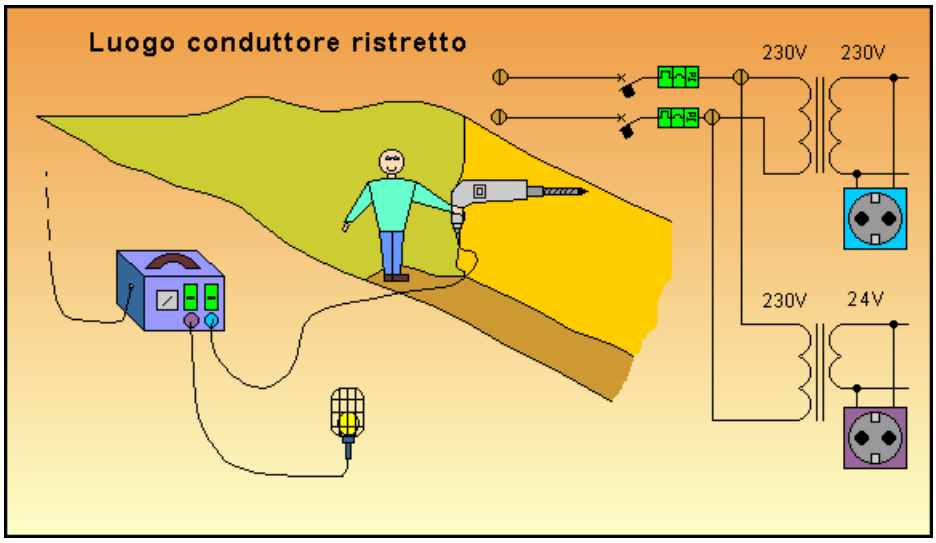
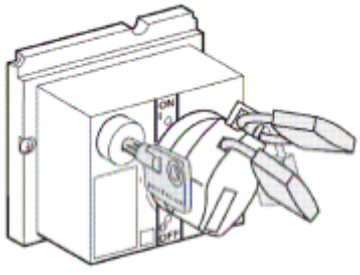


Figura 8.1 - Esempio di possibile luogo conduttore ristretto

9 Dispositivi di sezionamento, protezione e comando

All'origine di un impianto elettrico da cantiere deve essere previsto un quadro che contenga i dispositivi di sezionamento, di comando e di protezione principali.
I quadri di alimentazione e di distribuzione devono essere dotati di uno o più dispositivi sul cavo d'ingresso, atti a garantire il comando e il sezionamento.
Il sezionamento deve comprendere tutti i conduttori attivi, in particolare, per i cantieri alimentati direttamente in bassa tensione dal Distributore anche il conduttore di neutro va considerato parte attiva in quanto, nonostante sia messo a terra nella cabina MT/BT potrebbe assumere tensioni pericolose in caso di guasto.
I dispositivi di sezionamento debbono essere dotati di blocco in posizione di aperto, che può essere realizzato direttamente sulla manovra dell'apparecchio con chiave o



lucchetto, o essere collocato all'interno di un involucro chiudibile con chiave.
Un solo dispositivo può sezionare o comandare più circuiti, purché correttamente dimensionato per le condizioni di servizio.
Il sezionamento può essere affidato ad interruttori, prese a spina, o altri dispositivi. L'idoneità al sezionamento deve essere dichiarata dal costruttore se non prevista dalla relativa norma.

10 Comando e arresto di emergenza

In un cantiere è opportuno predisporre un comando di emergenza, avente lo scopo di interrompere in modo istantaneo l'alimentazione dell'intero impianto o di una sua parte, come i soli apparecchi utilizzatori, in caso di pericolo improvviso.
A tal fine si può anche utilizzare l'interruttore generale del quadro, purché non chiudibile a chiave, che deve essere individuato mediante apposita targa posta in modo ben visibile sul quadro stesso.

In alternativa all'interruttore generale si può utilizzare come comando di emergenza un pulsante a fungo di colore rosso posto sul quadro in modo che sia facilmente accessibile e raggiungibile, e reso noto a tutte le maestranze coinvolte nel cantiere.
Tutte le macchine che possono causare pericolo quali ad esempio gru, betoniere e sistemi di pompaggio devono essere dotati singolarmente di dispositivi per l'arresto di emergenza installato dal relativo costruttore come prevede la Direttiva Macchine.

11 Presa a spina

Le prese a spina utilizzate in cantiere devono essere in grado di resistere alle condizioni di impiego prevedibili, in particolare devono essere protette contro le infiltrazioni d'acqua e polvere, contro gli urti e le altre sollecitazioni meccaniche specie alle basse temperature (fino a –25 °C).
Nelle comuni condizioni di cantiere le prese a spina devono garantire un grado di protezione almeno IP44, sia con spina inserita che con spina disinserita. Molto spesso le prese a spina mobili possono trovarsi così in contatto con pozzanghere o condizioni simili, e per questo è preferibile che abbiano un con grado di protezione IP67.

Queste prescrizioni fanno sì che le prese a spina utilizzate debbano essere del tipo industriale, conformi alle norme EN 60309 (CEI 23-12).
Per le attività di breve durata, di finitura o per piccoli cantieri di ristrutturazione, è frequente l'impiego di attrezzature portatili equipaggiate con spine di tipo domestico e

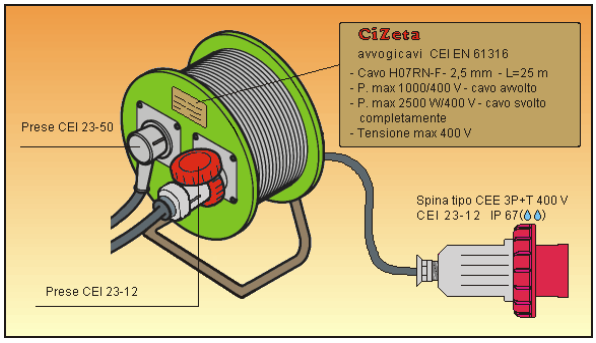
similare. È quindi ammesso l'uso di prese per uso domestico e similare (CEI 23-5, CEI 23-16, CEI 23-50) quando l'ambiente di lavoro e l'attività in essere non presentano particolari rischi nei confronti di presenza di acqua, di polveri ed urti. È ammesso l'uso di adattatori di sistema (secondo la Norma CEI EN 50250, parte spina industriale e parte presa per uso domestico e similare) per uso temporaneo, purché siano presi opportuni accorgimenti atti ad evitare di trovarsi accidentalmente immersi in pozze d'acqua.

Le prese a spina aventi correnti nominali fino a 32 A, devono essere protetti da dispositivi differenziali aventi corrente differenziale nominale $I_{dn} \leq 30$ mA; in alternativa possono essere alimentate da sorgente SELV o per separazione elettrica. Le prese a spina per i circuiti SELV non devono essere intercambiabili con altri tipi di prese a spina in uso nel cantiere.

Nel montaggio delle prese a spina deve essere posta particolare cura soprattutto nel collegamento del conduttore giallo-verde di terra, al quale occorre fornire una certa abbondanza rispetto a quelli di fase e di neutro. Questo accorgimento viene adottato in quanto si vuole evitare che in caso di sforzi in trazione troppo elevati sul cavo il conduttore giallo-verde si possa interrompere prima di quello di fase.

12 Avvolgicavo e cordoni prolungatori

Gli avvolgicavo devono essere di tipo industriale conformi alla norma CEI EN 61316 con le seguenti caratteristiche minime:


CiZeta
avvolgicavi CEI EN 61316
- Cavo H07RN-F- 2,5 mm - L=25 m
- P. max 1000/400 V - cavo avvolto
- P. max 2500 W/400 V - cavo svolto completamente
- Tensione max 400 V
Prese CEI 23-50
Spina tipo CEE 3P+T 400 V
CEI 23-12 IP 67
Prese CEI 23-12

- devono essere protetti mediante protettore termico di corrente incorporato in modo da impedire il surriscaldamento sia a cavo avvolto sia a cavo svolto;
- il cavo deve essere di tipo H07RN-F (o equivalente) con sezione non inferiore a 2,5 mm^2 se l'avvolgicavo è da 16 A, 6 mm^2 se è da 32 A e 16 mm^2 se è da 63 A.
- devono indicare il nome o il marchio del costruttore, la tensione nominale, e la massima potenza prelevabile sia a cavo svolto sia avvolto.

Oltre agli avvolgicavo possono esse utilizzati anche cavi prolungatori (prolunghe) che devono essere dotati di prese a spina di tipo per uso industriale (CEI 23-12) con grado di protezione minimo IP67. Il cavo deve essere di tipo H07RN-F (o equivalente) con sezione non inferiore a 2,5 mm^2 per prolunghe con prese da 16 A, 6 mm^2 per prolunghe con prese da 32 A e 16 mm^2 per prolunghe con prese

da 63 A.

13 Quadri elettrici

I quadri elettrici utilizzati nei cantieri sono il cuore dell'impianto perché contengono tutti i necessari dispositivi di manovra e protezione, nonché le prese a spina e le necessarie connessioni elettriche e meccaniche che di fatto costituiscono le partenze delle varie linee elettriche del cantiere.
Tutti i quadri per cantiere devono essere di tipo AS e in particolare soddisfare i requisiti della norma europea CEI EN 60439-4 2^{a} edizione, la quale prevede che i quadri per cantiere abbiano tutti gli apparecchi posti all'interno di un involucro munito di pannelli asportabili, di pannelli di copertura o di portine tali da consentire la connessione dei cavi e la manutenzione, con la sola eccezione di eventuali prese a spina, manopole e pulsanti di comando che possono essere accessibili senza l'uso di una chiave o di un attrezzo.
Il grado minimo di protezione deve essere non inferiore a IP44 a quadro chiuso e non inferiore a IP21 a porta aperta, quando si accede ai comandi. I dispositivi per l'entrata dei cavi devono essere specificati dal costruttore e le uscite dei cavi devono essere ubicate a una distanza minima dal suolo compatibile con il raggio di curvatura del cavo più grande che possa essere collegato. I terminali per conduttori esterni devono consentire che tutte le connessioni siano effettuabili più volte oppure devono essere costituiti da prese a spina, con corrente nominale di almeno 16 A.
Le spine aventi valori di corrente o di tensione nominale diversi tra loro, non devono essere intercambiabili, onde evitare errori e le connessioni per le prese a spina trifase devono essere realizzate in modo da rispettare lo stesso ordine delle fasi.
Il quadro per cantiere può essere di tipo trasportabile o semifisso; in tal caso la sua collocazione può variare durante il lavoro nello stesso cantiere, spostamento che può essere effettuato solo dopo aver posto fuori tensione il quadro, oppure di tipo mobile, quando cioè può essere spostato in dipendenza dell'avanzamento del lavoro del cantiere senza essere posto fuori tensione.
Nello specifico, le tipologie di quadri ASC previste per l'installazione nei cantieri sono le seguenti:

- *quadro di alimentazione di entrata e di misura*: è destinato alla connessione alla rete pubblica e in esso sono contenuti gli strumenti per la misura dell'energia consumata;
- quadro ASC di distribuzione principale: la sua collocazione è immediatamente a valle del quadro di alimentazione ed è costituito da un'unità di entrata (provvista di un dispositivo di sezionamento) e da una o più unità di uscita che, a loro volta, possono essere costituite da uno o più circuiti;
- *quadro ASC di distribuzione:* può essere derivato sia direttamente dal quadro di alimentazione di entrata sia da quello di distribuzione principale. È destinato alla

distribuzione dell'energia elettrica per l'illuminazione, per la forza motrice e per l'alimentazione di eventuali quadri secondari e/o macchine di cantiere;

- *quadro ASC di trasformazione:* è composto da un'unità contenente l'unità di trasformazione bassa/bassissima tensione (BT/FELV o BT/SELV) e da una o più unità di trasformazione bassa/bassa tensione. Tutte le prese a spina che fanno capo a questo quadro devono essere protette con interruttore differenziale con $I_{dn} \leq 30$ mA;
- *quadro ASC di distribuzione finale:* ad esso vanno collegati gli utensili elettrici portatili e le altre apparecchiature di cantiere. La protezione contro i contatti indiretti deve essere assicurata da un interruttore differenziale con $I_{dn} \leq 30$ mA;
- *quadro ASC di prese a spina:* può essere mobile o trasportabile e tutte le unità sono costituite da sole prese a spina. È necessario che ciascuna presa a spina sia protetta contro il sovraccarico e inoltre le prese a spina devono essere protette da un interruttore differenziale avente $I_{dn} \leq 30$ mA.

Le funzioni elettriche minime di un quadro di cantiere sono evidenziate in figura 13.1.

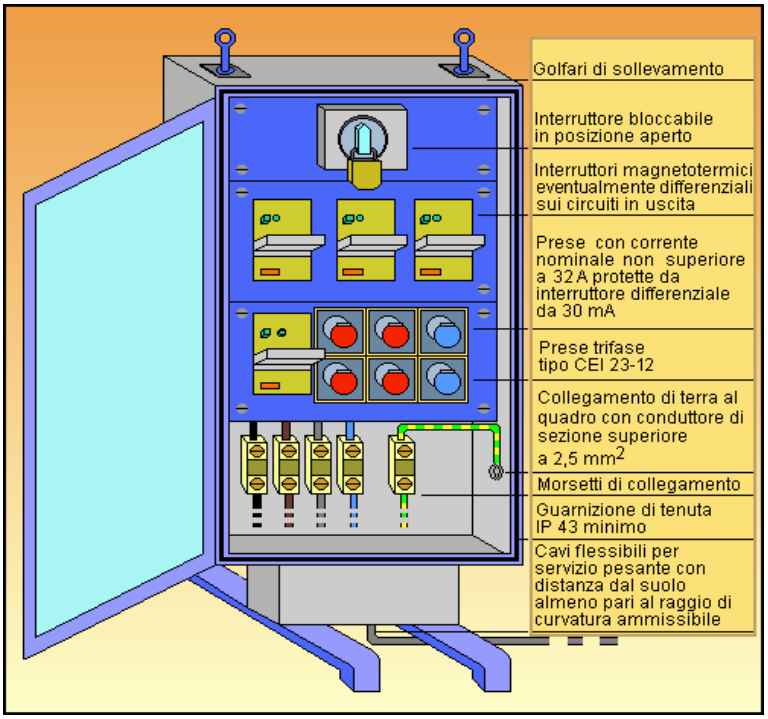

Golfari di sollevamento
Interruttore bloccabile in posizione aperto
Interruttori magnetotermici eventualmente differenziali sui circuiti in uscita
Prese con corrente nominale non superiore a 32 A protette da interruttore differenziale da 30 mA
Prese trifase tipo CEI 23-12
Collegamento di terra al quadro con conduttore di sezione superiore a 2,5 mm2
Morsetti di collegamento
Guarnizione di tenuta IP 43 minimo
Cavi flessibili per servizio pesante con distanza dal suolo almeno pari al raggio di curvatura ammissibile

Figura 13.1 – Esempio di equipaggiamento elettrico tipico di un quadro ASC

I quadri ASC per cantiere, analogamente a tutte le altre tipologie di quadri elettrici, devono essere corredati da una targa indelebili e visibili a quadro in opera, sulla quale devono essere riportati almeno i dati richiamati in figura 13.2.

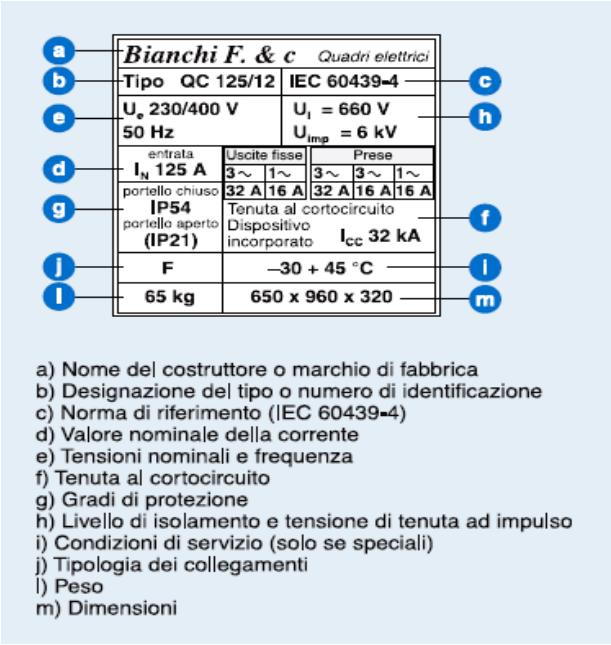


Figura 13.2 – Esempio di targa dei quadri ASC

I quadri preesistenti alla entrata in vigore della Norma CEI 17-13/4 (1 novembre 1992) si possono ritenere adeguati, ai fini della sicurezza, e riutilizzabili con riferimento alla Norma CEI 17-13/1 quando presentano almeno i requisiti di seguito riportati:

- per quanto riguarda l'integrità dell'involucro, assenza di danneggiamenti meccanici tali da rendere il quadro insicuro;
- per quanto riguarda i componenti elettrici usati, componenti elettrici idonei, provvisti di marchio o altro tipo di certificazione, secondo quanto previsto dalla legge n. 791/1977.

Per tali quadri non si ritiene necessaria la documentazione relativa alle prove.
Si evidenzia che i quadri elettrici installati in locali considerati locali di servizio del cantiere non sono considerati quadri per cantiere.
Dal punto di vista della distribuzione, in relazione alla dimensione dell'impianto e al tipo di alimentazione impiegata si possono evidenziare le seguenti situazioni.

Piccolissimi cantieri

Nei piccoli cantieri dove vengono effettuati semplici manutenzioni o modeste ristrutturazioni la potenza necessaria al funzionamento del cantiere stesso è dell'ordine di qualche kW, e quindi l'alimentazione delle varie apparecchiature può essere effettuata direttamente dalle prese esistenti utilizzabili anche per il comando e il sezionamento, senza dover realizzare un impianto specifico di cantiere, figura 13.3.

E’ comunque necessario rispettare le condizioni di sicurezza prevedendo l'impiego di un piccolo quadro di prese a spina da cantiere con trasformatore di isolamento oppure protetto da interruttore differenziale con $I_{dn} \leq 30$ mA. Potrebbe infatti non risultare verificato il coordinamento delle protezioni con il valore della resistenza dell'impianto di terra, perché come è noto la tensione di contatto limite negli ambienti ordinari è di 50V mentre nei cantieri è ridotta a 25V.

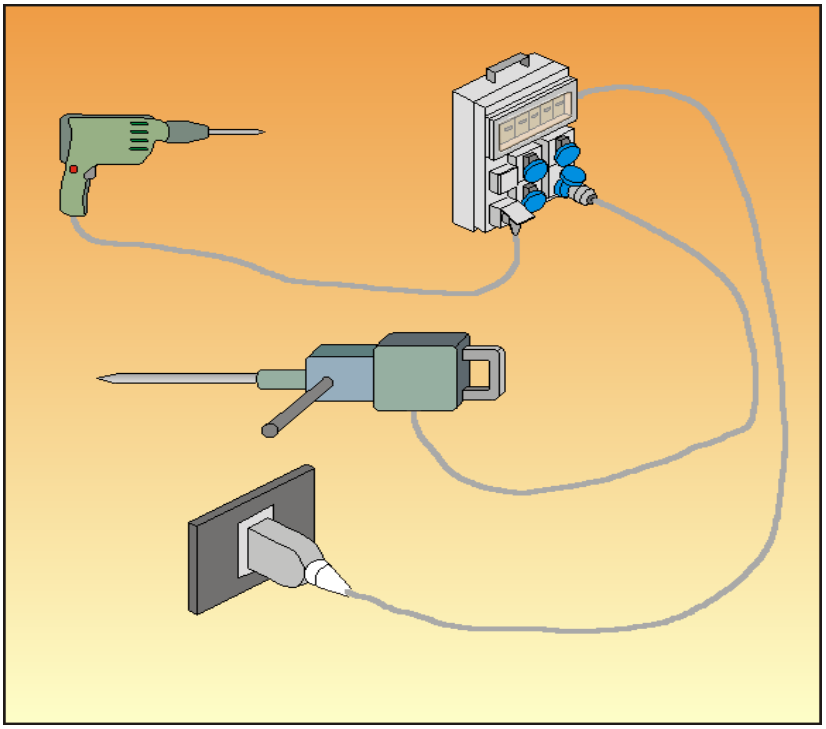


Figura 13.3 – Quadretto alimentato direttamente dall’impianto esistente

Piccoli e medi cantieri

Nei piccoli e medi cantieri la potenza installata solitamente è inferiore ai 30 kW. In questi cantieri si utilizzano macchine di tipo fisso o trasportabile, come piccole gru o betoniere e utensili portatili di vario genere.
La distribuzione principale di solito è ottenuta per mezzo di un singolo quadro di distribuzione principale, collegato al punto di fornitura dell'energia elettrica in bassa tensione, dotato di prese e morsettiere per il collegamento delle macchine fisse, figura 13.4. L'impianto può essere completato con quadri di prese a spina secondari allacciati al quadro di distribuzione principale per l'alimentazione di elettroutensili portatili.

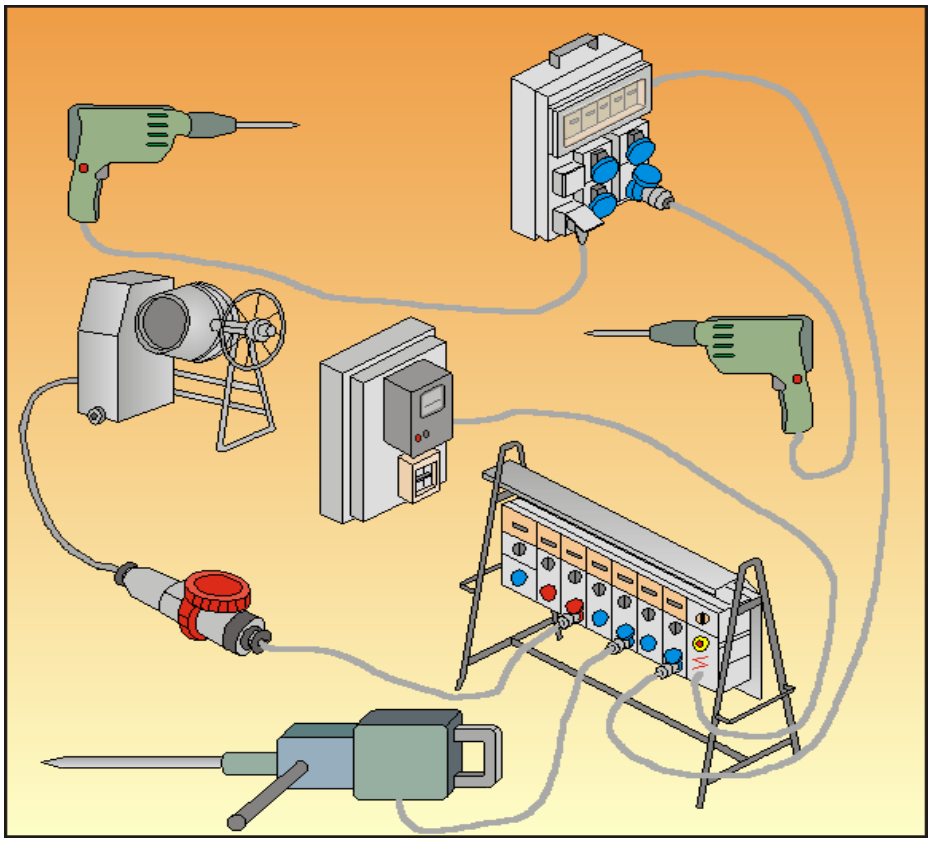


Figura 13.4 – Esempio di quadro di distribuzione principale con eventuali uno o più quadri mobili secondari per piccoli e medi cantieri

Grandi cantieri

Nei grandi cantieri la potenza impegnata supera generalmente i 30 kW. Per grandi cantieri che si sviluppano su vaste aree si rende indispensabile installare più quadri di distribuzione, alimentati da un quadro di distribuzione principale, per alimentare gli utilizzatori trifase di grande potenza tipici di questi tipi di cantieri (gru, betoniere, ecc..), figura 13.5. L'alimentazione può avvenire direttamente in bassa tensione ma, per i cantieri molto grandi, può essere necessaria una alimentazione in MT.

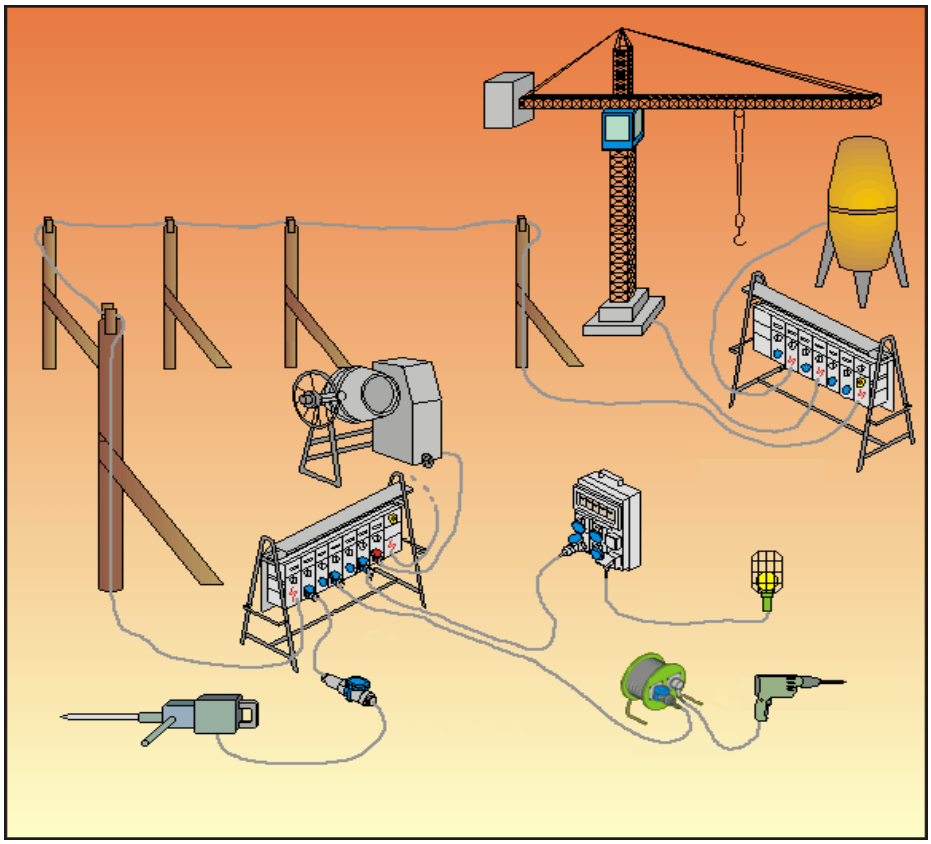


Figura 13.5 – Esempio di quadri di distribuzione derivati da un quadro di distribuzione principale per grandi cantieri

14 Illuminazione di cantiere

L'esigenza di illuminazione artificiale nasce solo per cantieri con cicli di lavorazione continui, o comunque di durata abitualmente superiore a quella diurna, o per attività in gallerie, locali interrati e altri ambienti generalmente bui.
Più spesso l'illuminazione artificiale è utilizzata per brevi periodi e in aggiunta a quella solare per rifiniture, oppure è di ausilio al presidio notturno del cantiere.
Per le attività in gallerie, locali interrati e altri ambienti generalmente bui, parallelamente alla esigenza di illuminazione artificiale, si pone anche l'esigenza di illuminazione di sicurezza
La realizzazione dell'impianto di illuminazione, e in particolare della illuminazione di sicurezza deve essere eseguita tenendo ben presente le specifiche richieste dal piano di sicurezza.
Gli impianti di illuminazione di cantiere si distinguono in tre tipi:

- impianti fissi;
- impianti trasportabili;
- impianti portatili.

Impianti fissi di illuminazione

Devono avere le stesse caratteristiche degli impianti elettrici fissi di cantiere, in particolare si deve porre attenzione:

- al grado di protezione (IP44 minimo consigliato);
- al posizionamento degli apparecchi di illuminazione che non devono essere di intralcio alle attività di cantiere;
- alla protezione contro gli urti accidentali;
- all'adeguata qualità dell'illuminazione evitando l'abbagliamento (soprattutto se si utilizzano proiettori).

Impianti di illuminazione trasportabili

Devono rispondere ai requisiti per gli impianti mobili, ovvero gli apparecchi devono essere robusti, facilmente trasportabili e realizzati con materiali che siano adatti al movimento continuo.
A causa delle lavorazioni in corso gli apparecchi di illuminazione possono risultare esposti a spruzzi, per cui è consigliabile un grado di protezione minimo IP44; inoltre è bene che abbiano un isolamento di Classe II. I cavi di alimentazione (essendo l'apparecchio mobile) devono essere adatti alla posa mobile, quindi di tipo H07RN-F o equivalenti.

Lampade portatili

Le lampade portatili devono essere conformi alla Norma CEI EN 60598-2-8, ed avere almeno le seguenti caratteristiche:

- impugnatura in materiale isolante;
- parti in tensione, o che possono entrare in tensione, completamente protette;
- protezione meccanica della lampadina;
- grado di protezione (IP44 minimo consigliato).

Se utilizzate in luoghi conduttori ristretti devono essere alimentate mediante circuiti a bassissima tensione di sicurezza SELV.

15 Impianto di terra

L'impianto di terra è finalizzato al collegamento alla stessa terra di tutte le parti metalliche conduttrici e accessibili dell'impianto elettrico (collegamento o messa a terra di protezione).

La messa a terra di protezione, coordinata con un adeguato dispositivo di protezione, ad esempio il relè differenziale, realizza il metodo di “protezione mediante interruzione automatica dell’alimentazione” che è il metodo correntemente utilizzato contro i contatti indiretti.
La funzione dell’impianto di terra, negli impianti utilizzatori alimentati in bassa tensione, è di convogliare verso terra la corrente di guasto, provocando l’intervento del dispositivo di protezione che provvede all’automatica interruzione della corrente di guasto, evitando il permanere di tensioni pericolose sulle masse.
Negli impianti di media tensione con cabina di trasformazione di proprietà dell’utente, il conduttore di protezione viene solitamente collegato al centro stella del secondario del trasformatore, affinché in presenza di un guasto su una massa del circuito di bassa tensione, la corrente si possa chiudere attraverso il conduttore di protezione, senza interessare il dispersore; quest’ultimo deve essere dimensionato in funzione di guasti che si possono verificare sul circuito di alimentazione di media tensione.
L'impianto di terra deve possibilmente essere unico per evitare, in presenza di impianti di terra separati per ogni singolo utilizzatore, che in caso di un doppio guasto a terra ininterrotto si possano stabilire differenze di potenziale pericolose, fino a 400 V, a causa di due guasti su fasi diverse non tempestivamente interrotti, figura 15.1.

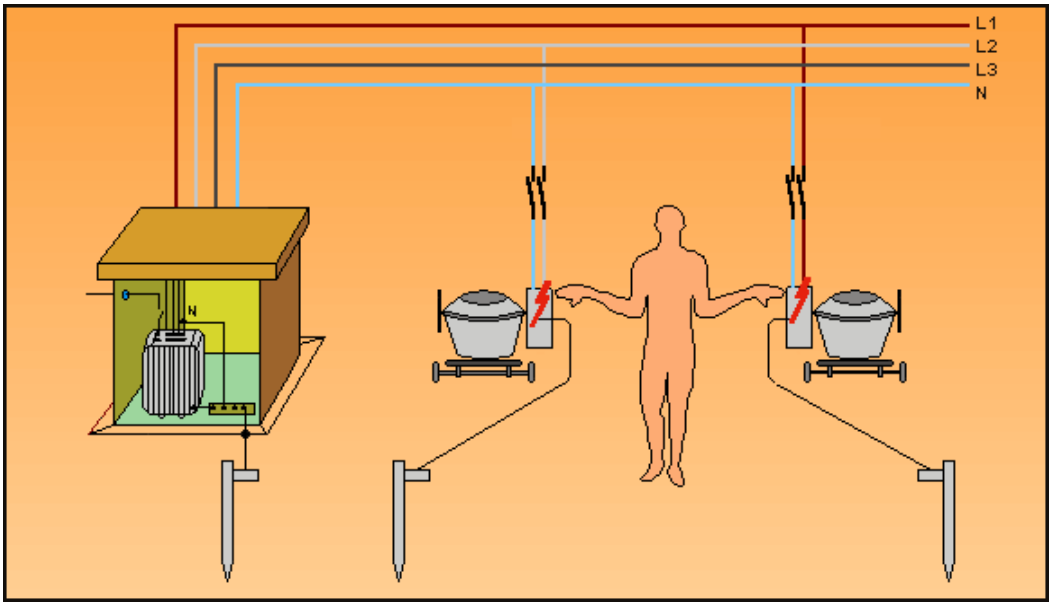


Figura 15.1 – Impianti di terra separati con due guasti su fasi diverse

La Norma consente di tenere separati i dispersori allorquando sia impossibile toccare simultaneamente le due masse, ma l'abituale impiego nei cantieri di prolunghe per l'alimentazione di utensili portatili impedisce di fatto una tale soluzione.

Fra le due masse con impianti di terra separati potrebbero infatti stabilirsi differenze di potenziale comunque superiori a 25 V, anche in condizioni di corretto coordinamento e tempestivo intervento dei dispositivi di protezione.
Un impianto di terra da solo protegge solo occasionalmente contro i contatti indiretti: la protezione viene ottenuta solamente se si realizza un adeguato coordinamento con il dispositivo di protezione.
L'impianto di terra deve essere progettato in modo da soddisfare le seguenti prescrizioni:

- avere sufficiente resistenza meccanica e resistenza alla corrosione;
- essere in grado di sopportare, da un punto di vista termico, le più elevati correnti di guasto prevedibili;
- evitare danni a componenti elettrici ed a beni;
- garantire la sicurezza delle persone contro le tensioni che si manifestano sugli impianti di terra per effetto delle correnti di guasto a terra.

I vari elementi che costituiscono l'impianto di terra e che svolgono funzioni diverse sono:

- dispersore;
- conduttore di terra;
- collettore (o nodo) principale di terra;
- conduttori di protezione;
- conduttori equipotenziali principali.

I *dispersori*, costituiti da elementi metallici posati nel terreno, sono caratterizzati da un proprio valore di resistenza ed il loro dimensionamento dipende dal tipo di guasto che devono disperdere a terra; possono essere intenzionali (tubi, profilati, corde metalliche, ecc.) e di fatto (armature di fondazione, tubazioni metalliche dell'acqua, ecc.).

Il *conduttore di terra* è il conduttore che collega il dispersore al collettore (o nodo) principale di terra ed eventualmente i vari dispersori tra loro, e deve essere in grado di resistere alla corrosione e di sopportare eventuali sforzi meccanici. La continuità elettrica deve pertanto essere sempre garantita per assicurare l'efficacia della protezione.

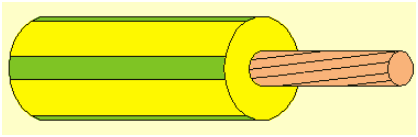
Il *collettore (o nodo) principale di terra* ha la funzione di realizzare il collegamento fra conduttori di terra, conduttori di protezione e conduttori equipotenziali principali. Una interruzione dei collegamenti può rendere inefficace tutto il sistema di protezione: per tale motivo il collettore principale di terra deve essere facilmente ispezionabile ed i collegamenti verificabili con semplicità.

Il *conduttore di protezione* ha lo scopo di convogliare la corrente di guasto dalle masse al collettore principale di terra e quindi al dispersore. Una interruzione del conduttore di

protezione rende inefficace il sistema di protezione, con la conseguenza di fare permanere in tensione la massa del componente elettrico guasto.

I *conduttori equipotenziali principali* sono quei conduttori che collegano il collettore principale di terra alle principali masse estranee; dove per massa estranea si intende una parte metallica, non facente parte dell'impianto elettrico, che presenta una bassa resistenza verso terra.

Nel caso di una persona che entra in contatto con una massa in tensione per un guasto di isolamento e, contemporaneamente, con una massa estranea non collegata all'impianto di terra, questa viene sottoposta ad una differenza di potenziale pericolosa, da qui l'obbligo normativo di collegare a terra le masse estranee.
Si tenga presente, che nei cantieri, dove la tensione che può permanere sulle masse per un tempo indefinito non può superare 25 V, una parte metallica è da considerare una massa estranea quando ha una resistenza verso terra inferiore a 200 Ω e quindi deve essere collegata equipotenzialmente all'impianto di terra.



I conduttori di terra, di protezione ed equipotenziali principali devono avere una sezione minima non inferiore a quella prevista dalla Norma CEI 64-8, e devono essere identificati dalla combinazione bicolore giallo/verde
In fase di realizzazione dell'impianto elettrico di cantiere si deve definire la configurazione del dispersore di terra in funzione delle esigenze del cantiere e, ove possibile, dell'impianto elettrico necessario alla costruzione ed utilizzazione finale dell'opera.
In genere, nella fase di allestimento del cantiere, non sono ancora disponibili i dispersori di fatto (ferri della fondazione in cemento armato) e quindi è necessario realizzare in sistema disperdente intenzionale, che può essere ottenuto mediante una corda di rame o di acciaio interrata a non meno di 0,5 m di profondità attorno al cantiere e integrato con dei picchetti, figura 15.2.
Un dispersore di questo tipo può essere utile non solo come impianto di terra di cantiere, ma anche come impianto di terra dell'edificio in costruzione.

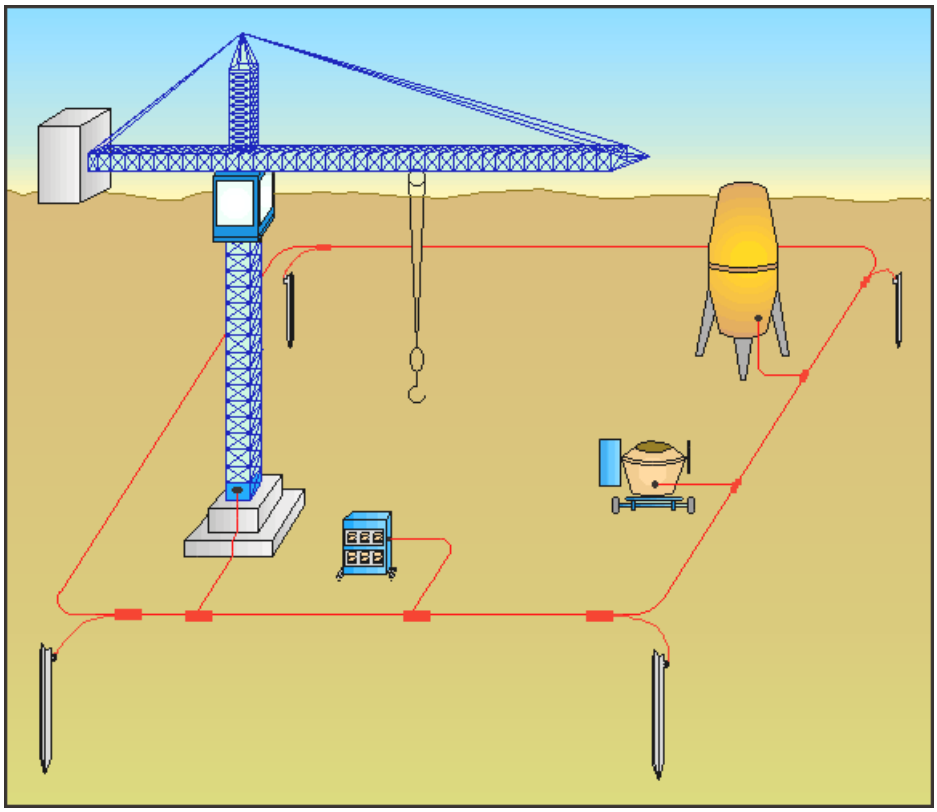


Figura 15.2 – Esempio di impianto di terra ad anello integrato con picchetti per cantieri edili

16 Protezione contro i fulmini

La necessità o meno di proteggere le strutture del cantiere contro i fulmini deve essere stabilita mediante una corretta valutazione del rischio, come richiesto dalla Norma CEI 81-10.
E' opportuno quindi, in fase di valutazione del rischio, individuare preventivamente tutte le strutture esistenti nel cantiere, ubicate sia nell'area interna operativa di cantiere (es.: strutture metalliche all'aperto quali ponteggi, gru, ecc.), sia nell'area esterna al cantiere e non operativa (es.: baracche adibite ad uffici, spogliatoi, mensa, depositi, ecc.).

17 Gestione dell'impianto elettrico

La gestione dell'impianto elettrico da cantieri può ricondursi alle seguenti fasi:

- verifiche iniziali;
- supervisione e verifiche periodiche;
- manutenzione, riparazioni e modifiche;
- recuperi per fine utilizzo;

- trasporti e immagazzinamento;
- riparazione e verifica per riutilizzo.

Verifiche iniziali

Le verifiche iniziali dell'impianto elettrico sono a carico della ditta installatrice come richiesto dal DM n. 37/2008, e devono essere effettuati prima del rilascio della dichiarazione di conformità.

Supervisione e verifiche periodiche

Ferme restando le disposizioni normative che prevedono le verifiche iniziali, è opportuno, per il fatto della presenza di utenti diversi e con scarsa conoscenza dell'impianto, provvedere a dei controlli giornalieri dell'impianto elettrico di cantiere, allo scopo di verificare lo stato di conservazione e di efficienza ai fini della sicurezza.
Si evidenzia come l'installazione elettrica di cantiere, fissa e mobile (cordoni prolungatori compresi) è soggetta a gravose condizioni ambientali ed a rapide mutazioni delle aree operative.
I controlli giornalieri non hanno la caratteristica di una attività di impiantistica, e quindi possono essere svolti dal capocantiere o dall'addetto alla sicurezza. A tal fine è necessario verificare:

- la compatibilità delle attività in corso nel cantiere con la presenza dell'impianto elettrico, per esempio in particolare la compatibilità di scavi con la presenza di linee interrate, trasporti di elementi ingombranti con le linee aeree;
- il rispetto delle prescrizioni di sicurezza per gli eventuali ambienti particolari, per esempio per le attività in luoghi conduttori ristretti;
- lo stato di conservazione dei contenitori dei quadri elettrici, delle prese e delle condutture, con particolare riferimento ai cordoni prolungatori e alle condutture a posa mobile e la qualità delle attrezzature in uso in relazione all'ambiente, con particolare riferimento alla presenza d'acqua.

Per i cantieri di lunga durata, al fine di garantire la sicurezza nel tempo, è bene prevedere con cadenza semestrale delle verifiche periodiche per gli impianti elettrici da parte di ditte installatrice abilitate, che comprendano:

- la funzionalità degli organi di sezionamento e arresti di emergenza;
- la funzionalità delle protezioni differenziali;
- l'integrità e tenuta delle custodie e pressacavi;
- l'integrità delle guaine dei cavi con posa a vista;
- l'integrità dei cordoni prolungatori, guaina cavi, pressacavo;
- la continuità dei conduttori di protezione;
- l'integrità dell'impianto di terra;

- il coordinamento delle protezioni con le condutture.

Manutenzione, riparazione e modifica

Questi tipi di interventi devono essere eseguiti solo da personale addestrato, e ove la modifica risulti consistente, è bene che questa venga riportata sugli elaborati di competenza, quali schemi di quadri elettrici o percorsi delle condutture.
Particolare attenzione deve essere posta all'impianto di terra e ai relativi conduttori di protezione ed equipotenziali, in quanto in caso di danneggiamenti questi devono essere immediatamente riparati per ripristinare il regolare funzionamento.

Recuperi per fine utilizzo

Il concetto di riutilizzo dei componenti elettrici di un impianto, anche se estremamente diffuso, spesso è scarsamente valutato e quindi non permette il loro riutilizzo per l'installazione in altri cantieri.
Una attenzione del tutto particolare nel recupero la meritano le condutture; infatti se l'operazione di recupero è eseguita male si rischia di compromettere la loro affidabilità.
Per questo motivo è opportuno evitare di procedere al recupero delle cavi in presenza di temperature ambiente troppo basse. Un altro punto critico da non sotto valutare è lo sforzo da trazione a causa della cattiva abitudine di sfilare i cavi dal cavidotto con l'uso di trattori.
Pertanto è opportuno che anche per le operazioni di recupero dei materiali siano effettuati da personale addestrato e capace.

Trasporti e immagazzinamento

Nelle operazioni di trasporto i componenti che richiedono particolari attenzioni sono in genere i quadri elettrici e gli apparecchi di illuminazione.
Per il deposito dei materiali è opportuno evitare le esposizioni a condizioni troppo gravose di umidità, temperatura e polveri.

Riparazione e verifica per riutilizzo

Il materiale se è stato recuperato in modo corretto e ben conservato, di solito non richiede particolari attenzioni, comunque è utile prima di essere riutilizzato procedere alle seguenti verifiche:

- stato di conservazione delle guaine dei cavi per ricercare eventuali abrasioni o deformazioni che possano denunciare la presenza di rotture interne sul conduttore o sull'isolante, e lo stato di eventuali giunzioni presenti;
- efficienza e stato di conservazione dei pressacavi, delle spine e delle prese;

- stato di conservazione dei quadri elettrici con particolare riguardo alle custodie, alla pulizia al loro interno da polvere o tane di insetti o di roditori, al serraggio dei vari morsetti, agli organi di comando e di protezione e alla presenza dei dati di targa.

Si evidenzia come queste operazioni richiedono perizia ed esperienza, e sono quindi destinate a personale addestrato.

GUIDA OPERATIVA PER LA SICUREZZA DEGLI IMPIANTI

IMPIANTI ELETTRICI

N. 3 – LOCALI CONTENENTI BAGNI O DOCCE

INDICE

1 Generalità 2
2 Aspetti di sicurezza e classificazione delle zone 2
3 Collegamenti equipotenziali 5
4 Sistemi elettrici di riscaldamento a pavimento 5

1 Generalità

I locali contenenti bagni o docce devono essere classificati, con riferimento alla sicurezza contro i contatti elettrici (diretti e indiretti), come luoghi a rischio aumentato.
E' noto infatti che l'intensità della corrente che attraversa il corpo umano non dipende solo dalla tensione di contatto ma anche, in modo inversamente proporzionale, dalla resistenza del corpo stesso e quest'ultima diminuisce sensibilmente all'aumentare della presenza di umidità.
Nei locali contenenti bagni o docce è opportuno prevedere l'adozione di precauzioni particolari, aventi principalmente lo scopo di evitare condizioni pericolose per le persone.
Gli impianti elettrici in questi locali devono, pertanto, essere eseguiti con maggiori prescrizioni tecniche rispetto agli ambienti ordinari, quindi è necessario un maggiore impegno nel comprendere ed applicare le prescrizioni normative. La Norma CEI 64-8/7 alla sezione 701, tratta le prescrizioni particolari alle quali devono soddisfare gli impianti elettrici realizzati nei locali contenenti bagni o docce.

2 Aspetti di sicurezza e classificazione delle zone

La progettazione e l'installazione degli impianti elettrici nei locali contenenti bagni e docce devono rispondere, oltre che alle prescrizioni generali di sicurezza della Norma CEI 64-8, anche a particolari requisiti di sicurezza atti a mitigare il maggior rischio relativo ai contatti diretti o indiretti tipico di questi ambienti.
In sostanza quanto più ci si avvicina alla vasca da bagno o alla doccia tanto più le condizioni di pericolo sono gravose; infatti:

- la resistenza della pelle, con una considerevole parte del corpo umano immersa in acqua, può considerarsi praticamente nulla sicché anche basse tensioni di contatto possono risultare letali;
- il contatto mano-corpo semi immersi risulta molto pericoloso e, conseguentemente, è necessario limitare al minimo la possibilità di contatto con parti in tensione nelle zone accessibili dalla vasca e dal piatto doccia;
- nella zona circostante il pavimento è spesso bagnato o comunque umido; per questo, e in considerazione del fatto che la persona è spesso priva di vestiario e di calzature le condizioni ambientali risultano alquanto pericolose.

Per tutte queste ragioni la Norma CEI 64-8 suddivide i locali contenenti bagni o docce in zone (figure 2.1 e 2.2), caratterizzate da un pericolo decrescente man mano che ci si allontana dal bordo della vasca da bagno e/o della doccia:

- *la zona 0* è individuata dal volume interno alla vasca da bagno o al piatto doccia. Per le docce senza piatto, l'altezza della zona 0 è di 10 cm e la sua superficie ha la stessa estensione orizzontale della zona 1. Data la presenza di acqua in condizioni ordinarie di esercizio, questa zona deve essere considerata ovviamente la più pericolosa.
- *la zona 1* è individuata dal volume sovrastante la vasca da bagno o il piatto doccia fino a un'altezza di 2,25 m, nel caso in cui il fondo della vasca o della doccia sia a più di 15 cm sopra il pavimento, la quota di 2,25 m verrà misurata a partire dal fondo e non dal pavimento. Per le docce senza piatto la zona 1 si estende in verticale per 1,20 m dal punto centrale del soffione posto a parete o a soffitto. La zona 1 non include la zona 0, e lo spazio sotto la vasca da bagno o la doccia è considerato zona 1.
- *la zona 2* comprende il volume immediatamente circostante la vasca da bagno o il piatto doccia esteso fino a 0,6 m in orizzontale e fino a 2,25 m in verticale con la distanza verticale misurata dal pavimento. Per le docce senza piatto non esiste una zona 2 ma una zona 1 aumentata a 1,20 m come indicato al punto precedente.
- *la zona 3* si ottiene dal volume esterno alla zona 2, o della zona 1 in caso di mancanza del piatto doccia, fino alla distanza orizzontale di 2,40 m.

Le zone non si estendono all'esterno del locale attraverso le aperture munite di serramenti: ciò vuol dire che l'interruttore posto fuori dalla porta del bagno è ammissibile, anche se dista a meno di 0,60 m dal bordo della vasca e/o del piatto doccia.
Gli ostacoli posti all'interno delle zone deformano l'estensione della zona secondo la regola del filo teso, ovvero la dimensione della zona viene misurata lungo la linea di minimo percorso che evita l'ostacolo, che può essere normalmente la parete su cui si attesta la vasca o il piatto doccia, interrotta da un'apertura o il box doccia attestato alla parete.
Tutti i componenti dell'impianto elettrico installati in ciascuna zona devono possedere precisi requisiti in termini di grado di protezione (idoneità alle condizioni ambientali) e protezione dai contatti indiretti secondo quanto riportato nella tabella 2.1.

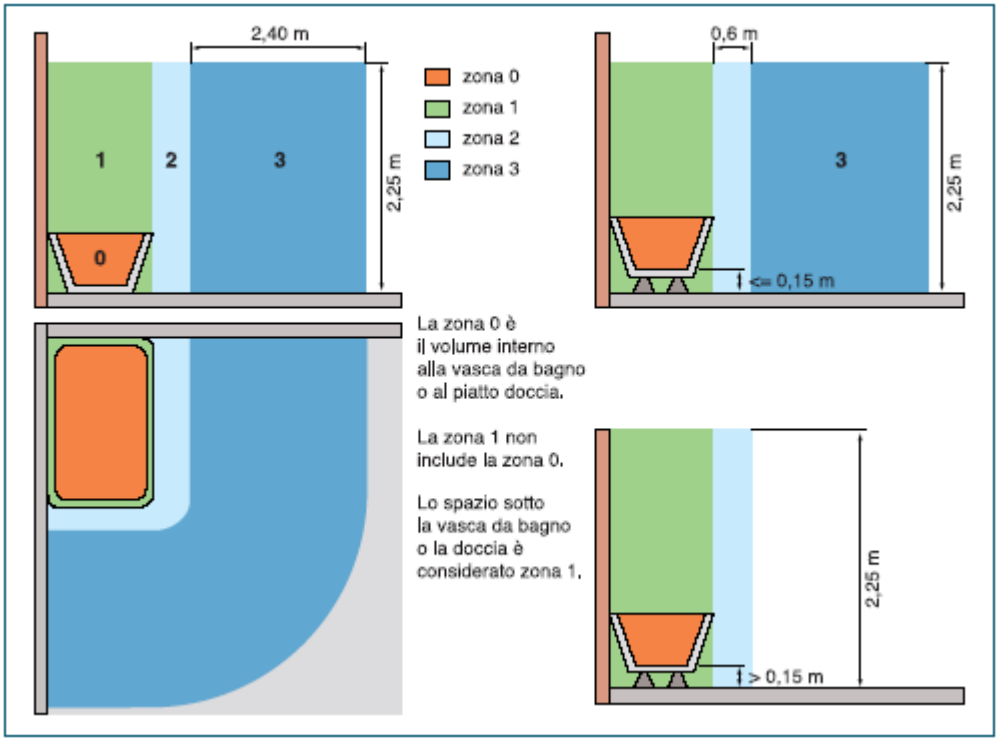


Figura 2.1 - La definizione delle zone nel locale bagno

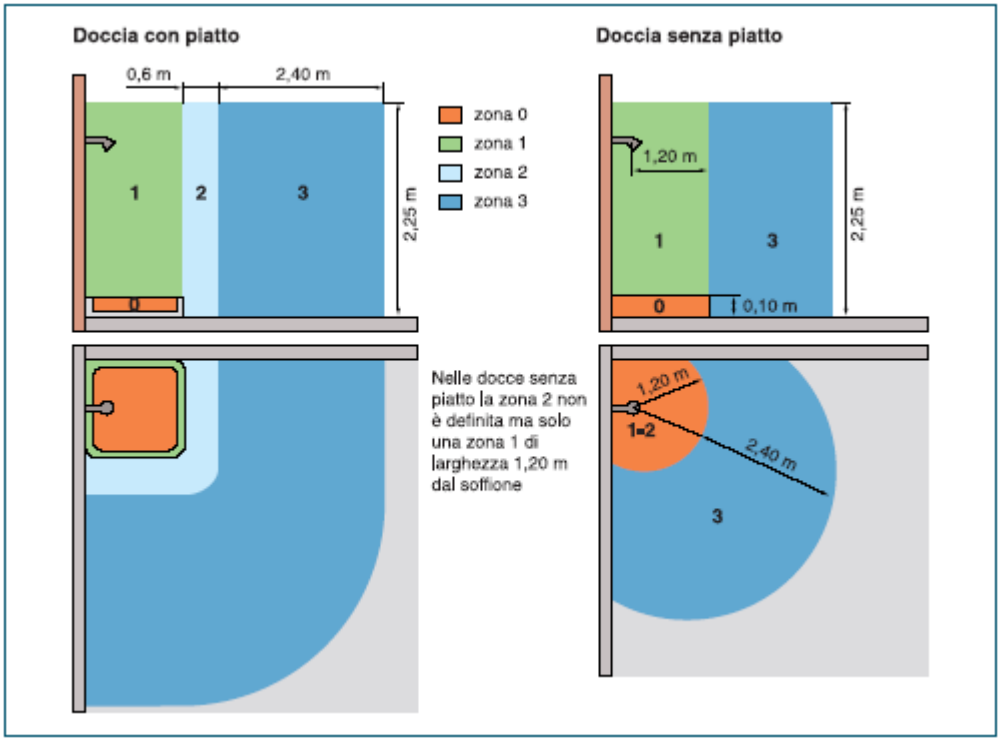


Figura 2.2 - La definizione delle zone nel locale doccia

3 Collegamenti equipotenziali

Nei locali contenenti bagni o docce, occorre effettuare i collegamenti equipotenziali supplementari fra tutte le masse estranee accessibili delle zone 0,1, 2 e 3 e il conduttore di protezione.
I conduttori equipotenziali devono avere sezione pari a 2,5 mm^2 oppure 4 mm^2 a seconda che vengono posati all'interno di tubi protettivi o direttamente sotto l'intonaco o il pavimento, pratica questa però sconsigliata.
I collegamenti equipotenziali supplementari riguardano le tubazioni metalliche dell'acqua, del gas, del riscaldamento e vengono realizzati con collari di materiale tale da evitare fenomeni corrosivi, che vengono collegati al conduttore di protezione nella cassetta di distribuzione più vicina.
La vasca da bagno o il piatto doccia, in genere, non sono in contatto con i ferri del cemento armato per cui non sono classificabili come masse estranee, e quindi non necessitano dei collegamenti al nodo equipotenziale.
I collegamenti equipotenziali supplementari non sono richiesti in assenza della vasca da bagno e della doccia, in quanto sono considerati come locali servizi igienici.

4 Sistemi elettrici di riscaldamento a pavimento

Gli elementi riscaldanti annegati nel pavimento e previsti per riscaldare il locale, purché siano ricoperti da una griglia metallica o da uno schermo metallico messi a terra e collegati al collegamento equipotenziale supplementare, come sopra descritto, sono ammessi nelle zone 1, 2 e 3.
La guaina metallica, l'involucro metallico o la griglia metallica a maglie sottili devono essere connessi al conduttore di protezione del circuito di alimentazione. La conformità a quest'ultima prescrizione non è obbligatoria se è utilizzata per il sistema di riscaldamento elettrico a pavimento la protezione mediante SELV.
Per il sistema di riscaldamento elettrico a pavimento non è ammessa la protezione mediante separazione elettrica.

Tabella 2.1 - Installazione e caratteristiche dei componenti degli impianti elettrici nei locali con bagno o doccia

	ZONA 0	ZONA 1	ZONA 2	ZONA 3
Grado di protezione minimo contro la penetrazione di liquidi	IPX7	IPX4 (IPX5 nei locali pubblici nei quali sia prevista per la pulizia l'uso di getti d'acqua)	IPX4 (IPX5 nei locali pubblici nei quali sia prevista per la pulizia l'uso di getti d'acqua)	IPX1 (IPX5 nei locali pubblici nei quali sia prevista per la pulizia l'uso di getti d'acqua)
Dispositivi di comando, protezione, ecc.	Non ammessi	Vietati con l'eccezione di interruttori di circuiti SELV alimentati a tensione non superiore a 12 V in c.a. o a 30 V in c.c. con sorgente di sicurezza installata fuori dalle zone 0, 1, 2	Vietati con l'eccezione di interruttori di circuiti SELV alimentati a tensione non superiore a 12 V in c.a. o a 30 V in c.c. con sorgente di sicurezza installata fuori dalle zone 0, 1, 2	Ammessi purché la protezione è ottenuta mediante: • separazione elettrica individualmente, • SELV; o • con interruttore differenziale $I_{dn} \leq 30$ mA
Apparecchi utilizzatori	Ammessi purché contemporaneamente: • siano adatti all'uso in quella zona secondo le relative norme e siano montati in accordo con le istruzioni del costruttore; • siano fissati e connessi in modo permanente; • siano protetti mediante circuiti SELV alimentati a tensione non superiore a 12 V in c.a. e a 30 V in c.c.	Sono ammessi solo scaldacqua elettrici e apparecchi di illuminazione purché protetti da SELV con tensione non superiore a 25 V c.a. od a 60 V c.c.	Sono ammessi scaldacqua elettrici, apparecchi di illuminazione, di riscaldamento, unità per vasche idromassaggi di classe I e II protetti con interruttori differenziali con $I_{dn} \leq 30$ mA	Non persiste alcuna limitazione e valgono le regole generali di installazione
Prese a spina	Non ammesse	Non ammesse	Ammesse solo prese per rasoi elettrici con proprio trasformatore di isolamento di classe II incorporato	Ammesse purché protette con interruttori differenziali da $I_{dn} \leq 30$ mA
Cassette di derivazione	Non ammesse	Non ammesse	Non ammesse	Non persiste alcuna limitazione e valgono le regole generali di installazione
Conduttore metalliche (eccetto quelle incassate a profondità maggiore di 5 cm)	Limitate a quelle che alimentano apparecchi posti nelle zone 0, 1 e 2			Non persiste alcuna limitazione e valgono le regole generali di installazione